

Alberto Lopo Montalvão Neto

**DISCURSOS DE GENÉTICA EM LIVRO DIDÁTICO:  
IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DE BIOLOGIA**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de mestre em Educação Científica e Tecnológica.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Patrícia Montanari Giraldi.

Florianópolis  
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Montalvão Neto, Alberto Lopo

DISCURSOS DE GENÉTICA EM LIVRO DIDÁTICO : IMPLICAÇÕES  
PARA O ENSINO DE BIOLOGIA / Alberto Lopo Montalvão Neto ;  
orientadora, Patrícia Montanari Giraldi - Florianópolis, SC,  
2016.

194 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas.  
Programa de Pós-Graduação Multidisciplinar em Saúde.

Inclui referências

1. Saúde. 2. Ensino de Genética. 3. Análise do  
Discurso. 4. Livro Didático. I. Giraldi, Patrícia  
Montanari. II. Universidade Federal de Santa Catarina.  
Programa de Pós-Graduação Multidisciplinar em Saúde. III.  
Título.

Alberto Lopo Montalvão Neto

**DISCURSOS DE GENÉTICA EM LIVRO DIDÁTICO:  
IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DE BIOLOGIA**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Educação Científica e Tecnológica” e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica.

Florianópolis, 12 de julho de 2016.

---

Prof. Dr. Carlos Alberto Marques  
Coordenador do Programa

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup> Patrícia Montanari Giraldi  
Orientador (UFSC)

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr<sup>ª</sup>. Suzani Cassiani  
Membro (UFSC)

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup>. Tatiana Galieta  
Membro (UERJ)

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup>. Nadir Castilho Delizoicov  
Membro (UNOCHAPECÓ/UFSC)

---

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup>. Mariana Brasil Ramos  
Suplente (UFSC)



*Dedico esta dissertação...*

*Ao meu grande avô, José Gerace, que sempre me apoiou e sei que, onde quer que esteja, está guiando meus passos...*

*A todas as pessoas que por minha vida passaram e de alguma forma me ensinaram a viver...*



## **Agradecimentos...**

À minha família... Márcia, Nair, José, Priscila, Valdir... que sempre foi um refúgio para as horas mais difíceis e a motivação para que eu nunca desistisse de lutar. Em especial, agradeço a minha mãe e aos meus avós, que sempre me encheram de carinho e foram meu “porto seguro” em momentos nos quais eu acreditava não ter mais forças para continuar...

Aos amigos que conheci ao longo desses anos de trajetória de estudos... sejam aqueles dos tempos do Ensino Fundamental, Médio, Superior ou da Pós-Graduação. Agradeço imensamente a cada um de vocês pelas risadas, companheirismo e por saber que, longo ou perto, passe o tempo que passar, jamais esqueceram de mim... muito menos eu me esqueci de vocês!

Ao grupo de estudos e pesquisas DiCiTE, agradeço a cada um dos seus membros pelas discussões, troca de experiências, reflexões e, principalmente, pela amizade e pelos bons momentos que passamos juntos no “DiCiTE noturno”. Mais do que um grupo de pesquisa, encontrei amigos.

A minha orientadora, Patrícia Giraldi, pela oportunidade ao me escolher como seu orientando e também pela compreensão em momentos difíceis pelos quais passei nessa trajetória de dois anos.

A querida Suzani Cassiani, que tantas vezes me motivou e acreditou no meu potencial... até mesmo em alguns momentos em que nem eu mesmo acreditava.

Aos colegas e amigos de mestrado que tiveram paciência com meus momentos conturbados, com meu gênio difícil, e que mesmo assim não desistiram de me apoiar.

Aos funcionários do PPGECT, em especial a secretária Ângela, pelo apoio em todas as horas, dentro e fora do programa.

Agradeço também aos professores do PPGECT, que me proporcionaram tantas experiências e mostraram-se tão prestativos em todos os momentos. Em especial agradeço ao Pinho, que no meio de tantas “discussões acaloradas”, me ensinou a pensar como um pesquisador...

Aos integrantes da banca, Tatiana Galieta, Nadir Delizoicov, Suzani Cassiani e Mariana Brasil, por aceitarem avaliar meu trabalho e fazerem parte desse momento tão importante.

Aos meus professores e orientadores de graduação, Fabrício do Nascimento e Juliana Rezende Torres, pois sem o apoio e direcionamento de vocês, esse trabalho jamais seria possível...

Aos meus amigos Pedro Douglas da Silva e Thaís Figueiredo Albertin, por me apoiarem sempre da melhor forma que podiam, mesmo estando longe.

Ao IEGA e ao CSC, pois sem esses lugares as inspirações para a escrita não seriam as mesmas...

À CAPES pela bolsa concedida.

Por fim, agradeço a todos que colaboraram com este trabalho e também aos que por ventura venham a lê-lo. Muito obrigado!

## RESUMO:

Considerando a importância do livro didático, que muitas vezes apresenta-se como único recurso didático disponível para professores e alunos, e considerando ainda que o livro didático apresenta-se muitas vezes como a principal ponte entre as Ciências (Físicas e Biológicas) e seus modos de ensino (no caso, disciplinas escolares como a Biologia), nesse trabalho procuraremos pensar sobre algumas questões que permeiam a linguagem do livro didático, mais especificamente no que se refere aos discursos de Genética. Nossos olhares se voltam a essa área da Biologia devido à importância adquirida nos últimos anos pelas inovações científicas e tecnológicas, principalmente no que toca a Biologia Molecular e Biotecnologia (Nova Biologia), temas que passaram a ocupar diferentes espaços, entre eles a escola, as mídias e os materiais didáticos. Propomo-nos então, a pensar em uma perspectiva discursiva sobre temas socialmente relevantes que se encontram em discussões morais, éticas, políticas e econômicas, em várias esferas sociais. Utilizamos como referencial teórico-metodológico, para pensar nos discursos sobre Genética Moderna, a Análise do Discurso de linha francesa, em especial as (re)leituras de Eni Orlandi. Analisamos três livros, voltados ao Ensino Médio, pertencentes à coleção didática de Biologia mais utilizada no Brasil, segundo o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2015. Nossos resultados indicam uma insuficiente abordagem sobre os discursos relacionados à Nova Biologia, havendo uma grande predominância de temas sobre Genética Clássica. Além disso, observamos que, apesar da inclusão de alguns temas sobre Genética Moderna e de inserção de questões consideradas importantes para a pesquisa em ensino de Ciências (como visões mais críticas sobre História da Ciência, abordagens CTS, Educação em Saúde, dentre outros), a forma como os conteúdos são apresentados ainda produzem distanciamentos de visões mais críticas a respeito das ciências e suas implicações sociais. Por outro lado, apontamos também que questões socialmente relevantes, importantes e presentes em várias esferas sociais, aos poucos começam a inserir-se no livro didático.

**Palavras-chave:** Ensino de Genética, Análise do Discurso, Livro Didático



## ABSTRACT

Considering the importance of the schoolbook, which is frequently presented as the only resource available for teachers and students, and still considering that the schoolbook is highly presented as the main link between Science (Physical and Biological) and its approaches (in case, school subjects such as Biology), in this paper we'll think about some questions that permeate the schoolbook language, more specifically in what refers to the Genetics discourses. Our view turns back to this field in Biology due to the importance it has acquired lately through the scientific and technological innovations, mainly in what comes to Molecular Biology and Biotechnology (New Biology), themes that started occupying different spaces, among them the school, the media and the school material. Therefore, we propose ourselves to think of a new discursive perspective on themes that are socially relevant which can be found in moral, ethical, political and economic discussions, in many social spheres. We used as a theoretical-methodological referential, to think about the discourses on Modern Genetics, the Discourse Analysis of the French line, specially Eni Orlandi's (re)reading. We analyzed three books, aimed at High School, belonging to the most used Biology school collection in Brazil, according to the School Book National Program (PNLD) from 2015. Our results show a poor approach on discourses related to the New Biology, with a great predominance of Classical Genetics themes. Besides that, we observe that although some Modern Genetics themes are included and their insertion in questions which are considered important to the research in Science teaching (such as more critical views on Science History, CTS approaches, Health Education, among others), the way the contents are presented still produce critical view distance regarding science and its social implications. On the other hand, we also point that the socially relevant and important questions which are present in many social spheres, slowly start to be inserted in the schoolbook.

**Key-words:** Genetics teaching, Discourse Analysis, Schoolbook.



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**AD** – Análise do Discurso

**CTS** – Ciência, Tecnologia e Sociedade

**CAPES** – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

**CEDOC** – Centro de Documentação em Ensino de Ciências

**CIAD** – Colóquio Internacional de Análise do Discurso

**CNLD** – Comissão Nacional do Livro Didático

**C&T** – Ciência e Tecnologia

**DICITE** – Discursos da Ciência e da Tecnologia na Educação

**DNA** – ácido desoxirribonucléico

**ENEM** – Exame Nacional do Ensino Médio

**ENPEC** – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências

**FD** – Formação Discursivas

**FI** – Formação Ideológica

**FNDE** – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação

**LDB** – Lei de Diretrizes e Bases

**MEC** – Ministério da Educação

**OBEDUC** – Observatório da Educação

**PCN** – Parâmetros Curriculares Nacionais

**PCNEM** – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

**PNLD** – Programa Nacional do Livro Didático

**PNLDEM** – Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio

**PPGECT** – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica

**PUC** – Pontifícia Universidade Católica

**RNA** – ácido ribonucléico

**TCC** – Trabalho de Conclusão de Curso

**UFRJ** – Universidade Federal do Rio de Janeiro

**UFSC** – Universidade Federal de Santa Catarina

**UFSCar** – Universidade Federal de São Carlos

**UNESCO** – Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura

**UNICAMP** – Universidade de Campinas



## Sumário

Capítulo 1 – Palavras iniciais: motivações e objetivos da pesquisa.....	1
Capítulo 2 – Um diálogo com autores: Reflexões sobre as pesquisas em ensino de Ciências e Ensino de Genética no Brasil.....	16
2.1) A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil.....	16
2.2) Uma revisão bibliográfica: diálogo com autores.....	21
Capítulo 3 – Os discursos de Genética e os livros didáticos de Biologia .....	33
3.1 – Sobre o livro didático: alguns diálogos.....	33
3.2 – Discurso, ciência e contemporaneidade: outras compreensões sobre Genética.....	44
3.2.1 – Como estão sendo abordados os conteúdos de genética? Um diálogo com autores.....	49
Capítulo 4 – Análise dos discursos de Genética no livro didático: Procedimentos teórico-metodológicos.....	57
Capítulo 5 – O livro didático e suas interfaces discursivas: identificando regularidades discursivas.....	69
5.1) Constituição do Corpus:.....	70
5.2) - Escopo inicial: um olhar descritivo sobre o “corpus de análise” .....	72
5.3) – De-superficializando o texto: algumas regularidades discursivas.....	81
– Discurso, forma e conteúdo: Um olhar sobre as regularidades na coleção didática.....	82
– Um olhar sobre os discursos de Genética.....	107
Capítulo 6 – Algumas considerações sobre o Ensino de Genética.....	121
REFERÊNCIAS.....	130
APÊNDICE A.....	143
APÊNDICE B.....	163



## Capítulo 1 – Palavras iniciais: motivações e objetivos da pesquisa

Tal como Foucault em “A ordem do Discurso” (1996), se fosse possível, gostaria de não ter de começar. Sempre é difícil iniciar, expor as primeiras palavras, que de alguma forma, e em algum momento, já foram ditas. É engano pensar que somos os primeiros a enunciá-las, que nossas palavras são originais, únicas, ou que somos detentores de verdades inquestionáveis, pois o dito verdadeiro trata-se meramente de uma condição provisória, de constructos sociais pertencentes a uma determinada época e lugar. Além disso, começar é também abrir possibilidades para que as palavras nos escapem, para o equívoco, para que os sentidos possam fugir, ser outros que não aqueles que almejamos. Porém, é necessário começar, arriscar-se dentro do próprio jogo discursivo, para que, mesmo diante de infortúnios, possamos colaborar para reflexões e, principalmente, para auto-reflexões. Em outras palavras, é necessário entrar na ordem do discurso para falar de dentro, para tentar, de alguma forma, subverter, nem que seja minimamente, seus efeitos mais profícuos de manutenção dos discursos normalizadores e da subalternidade dos sujeitos, ou seja, para a manutenção dos discursos da ordem. No intuito de falar de/sobre uma pesquisa acadêmica, penso que as primeiras palavras possam ser talvez sobre suas próprias motivações, não negando a subjetividade que a atravessa, tal como ocorre em qualquer discurso explícita ou implicitamente, por mais aparentemente neutro ou objetivo que pareça.

Antes de expormos as nossas percepções sobre o tema de pesquisa, as nossas pretensões, o objeto de estudo sobre o qual vamos nos debruçar e o porquê de o escolhermos, relatando o que pretendemos analisar, julgamos necessário explicitar outros “porquês”. Em outras palavras, gostaríamos de relatar as condições de produção do trabalho, ou seja, os percursos para se chegar as abordagens propostas. Em primeiro lugar, torna-se necessário expor de onde falo, enquanto sujeito que integra um grupo de pesquisa, influenciando-o, ao mesmo tempo em que por ele sou influenciado, principalmente no que tange às abordagens teóricas e aspectos metodológicos.

Pensando em minha história de vida, não enquanto indivíduo, mas enquanto sujeito que ocupa uma posição sócio-histórica marcada

em um tempo/espaço específico, julgo que, desde o ensino fundamental em uma escola pública, até a graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar – *Campus Sorocaba*), várias influências refletiram na consolidação de minhas visões de/sobre o ensino e seus desafios correlatos. Um notório fator que me levou a (re)pensar sobre as disparidades nos níveis de ensino, são as exigências feitas pelos professores da universidade, referentes à apropriação prévia (antes do ingresso no ensino superior), de conhecimentos específicos, processo que, muitas vezes, parece desconsiderar as múltiplas realidades de escolas e sujeitos. Apesar de possuímos uma base curricular comum no Ensino Médio desde o final dos anos 1990, principalmente quanto à formulação de documentos oficiais propostos com o intuito de orientar as atividades e projetos político-pedagógicos escolares (como as Diretrizes Curriculares Nacionais – DCN – e os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN), as realidades das instituições de ensino brasileiras são discrepantes: dependendo das carências da comunidade escolar, do modo como a escola é gerida, de como as políticas públicas influenciam-na, dentre outros fatores, a qualidade de ensino torna-se variável nesses ambientes plurais.

Não obstante conforme aponta Flôr (2009), há um direcionamento no sistema de aprendizagem, onde comumente a escola (mais especificamente os sujeitos envolvidos no processo de ensino – professores, coordenadores, diretores etc.) justifica a abordagem de determinados conteúdos em um nível específico de ensino por meio da teoria de que o ensino fundamental prepararia o aluno para o ensino médio e, conseqüentemente, o ensino médio prepararia o aluno para o ensino superior. No entanto, isto não ocorre de modo tão linear, visto que as realidades escolares são diversas, e por isso torna-se difícil garantir que todas as aprendizagens presumidas de fato de concretizem de um nível para o outro. Apesar do ensino, aparentemente, apresentar-se como gradual, em um processo que se almeja ser cumulativo, considerando-se as subjetividades e condições de produção nos processos de ensino-aprendizagem, observa-se que os conhecimentos escolares podem estar desconexos e que um nível não necessariamente prepara para o outro. Tal indicação do rompimento com a visão simplista de acúmulo de conhecimentos é frisado pelos Parâmetros Curriculares do Ensino Médio (PCNEM), que apontam para a

necessidade de um ensino que possa, mais do que fornecer conteúdos, formar cidadãos críticos (BRASIL, 2006).

Pensando sobre tais aspectos, enquanto sujeito que ocupa ao longo de sua história de vida várias posições dentro da ordem discursiva, nas quais a estabilização de um imaginário (de aluno do Ensino Médio, de aluno do ensino superior e mesmo de um aluno de pós-graduação) está atrelada a percepção de obrigatoriedade sobre/de determinados saberes, desenvolveu-se as motivações para pesquisa: sendo as relações entre poder e saber fortemente presentes no livro didático, enquanto recurso que dita o que pode e deve ser ensinado, quais as reverberações de tais discursos hegemônicos e estabilizados?

Como aponta Pêcheux (1990), na sociedade há uma aparente homogeneidade lógica, em que se acredita que há “coisas-a-saber”, pré-estabelecidas, que consideram apenas uma forma de verdade. Assim apresentam-se os livros didáticos como um intertexto que se relaciona com vários outros, mas que se apagam marcas e suas próprias condições de produção, mostrando aquilo que deve ser ensinado em sala de aula. No entanto, acreditamos que não somente aquilo que é posto como algo a saber pelo livro didático é relevante no contexto escolar, dado que há uma série de questões e subjetividades que envolvem esse espaço de ensino-aprendizagem. Não obstante, algumas vezes, conteúdos fragmentados são abordados no ensino e nos mostram uma visão linear da ciência e de sua história, não contribuindo para uma perspectiva totalizante e dificultando que se efetuem um ensino mais amplo, ou seja, que dialogue com a criticidade (ALMEIDA, CASSIANI, 1996). Por isso, acreditamos que o modelo tradicionalmente privilegiado com que os conteúdos são abordados pelos livros didáticos, com suas divisões semelhantes em termos de capítulos e temas, além de retratar a ciência como a-histórica e objetivista, também são questões a se (re)pensar.

Outra questão que influenciou em minhas escolhas é a minha própria formação enquanto licenciado em Ciências Biológicas. Reconhecendo que no ensino atual ainda existe atual uma visão distorcida de que ensinar diferentes tópicos da ciência corresponde a uma abordagem interdisciplinar (FLÔR, 2009), observa-se nas licenciaturas a existência de uma forte tendência em se formar bacharéis em detrimento do professor, e também por este motivo surgiu a necessidade de refletir sobre a minha própria formação. Com o decorrer de sucessões de acontecimentos percebi que dominar os conteúdos de

Ciências/Biologia não garante a aprendizagem dos alunos, e formar professores não pode ser sinônimo de formar profissionais que apenas dominem os conteúdos específicos (CHAVES, 2010). Tendo em vista às necessidades da sociedade contemporânea, é necessário então que o professor possa intervir criticamente no processo educativo, considerando as histórias de vida, o contexto (escolar e do aluno) e as diferentes realidades, de forma a propiciar a autonomia dos sujeitos por meio de um ensino reflexivo. Nessa direção, tão importante quanto ensinar um conteúdo específico, é mostrar os caminhos percorridos por determinados conhecimentos científicos para chegar tal como este conteúdo apresenta-se hoje, desconstruindo a ideia de que a ciência seja tão linear (FLÔR, 2009). E foi nesse sentido que, ao perceber os limites e desafios, não apenas do contexto escolar, mas de minha própria formação e atuação como docente, que alguns contextos permitiram-me iniciar o caminho desta pesquisa.

Após mais de quatro anos no ensino superior e longe do Ensino Médio, assumindo a posição de docente, tive a sensação de que as realidades escolares mudaram consideravelmente. Talvez, essa percepção decorria por eu não estar mais na posição de aluno, além de ter vivenciado, ao longo da formação inicial, diferentes experiências que me inseriram em formações discursivas e ideológicas distintas. Porém, apesar da relação espaço-temporal (por estar em outra época e em outro lugar – outra escola), alguns fatores observados empiricamente assemelhavam-se aos de outrora, como os problemas estruturais e as más condições de trabalho, realidade de muitas escolas brasileiras. Em meio às novas experiências em sala de aula, e com outros olhares sobre os limites e possibilidades do contexto escolar, um projeto de pesquisa do qual derivou meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) e meu projeto de mestrado, tornou-se um ponto marcante para a construção dos pensamentos que serão aqui expostos. Em meu TCC, intitulado “*Os conteúdos de genética nos livros didáticos de Biologia entre as décadas de 1970 e 1990*” (MONTALVÃO-NETO, 2015), realizei uma análise histórica, a partir de três livros didáticos marcantes em diferentes épocas (1970, 1980 e 1990). Refletindo assim sobre como e quais conteúdos eram abordados e correlacionando-os com fatos e contextos históricos de cada década<sup>1</sup>, a pesquisa foi o início para pensar no ensino de

Genética e um primeiro contato com textos/autores que pensavam criticamente sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) e aspectos histórico-ideológicos.

A partir das ideias iniciais do TCC, comecei a pensar sobre os problemas que envolviam o Ensino de Genética, relacionando com um material que eu percebia sua ampla importância para o processo de ensino-aprendizagem: o livro didático. O projeto inicial de mestrado foi inspirado em reflexões sobre o trabalho de Nascimento e Martins (2005), e intitulava-se *“Implicações das relações sócio-histórico-culturais na seleção dos conteúdos de genética nos livros didáticos de Biologia”*, tendo como foco pesquisar sobre como os autores de livros didáticos influenciam na compreensão de professores e alunos sobre os conteúdos de Genética e como estes são influenciados, pelo contexto sócio-histórico e culturais que se inserem, naquilo que escrevem. Essa ideia inicial de pesquisa partia do pressuposto de que um autor de livro didático, que está imerso em um contexto histórico e que ocupa uma determinada posição na sociedade, atenderia a determinadas demandas ideológicas e mercadológicas. Não obstante sua história, contextos e ideologias também poderiam e/ou influenciariam as visões de professores e alunos.

Ao adentrar no mestrado em Educação Científica e Tecnológica (PPGECT/UFSC), disciplinas importantes como “Epistemologia”, “Didática das Ciências”, “Seminários de Dissertação” e “Linguagem na Educação Científica e Tecnológica”, apresentaram novas possibilidades de refletir tanto sobre meu projeto, quanto sobre o Ensino de Ciências como um todo. Vestígios dessas influências marcam-se no decorrer desta dissertação, pois conforme cita Giraldi (2010), referindo-se às concepções de Orlandi, por meio da escrita, as leituras realizadas tornam-se visíveis, pois a leitura é um dos elementos que integra a produção escrita.

Considerando, dentre as condições de produção dessa dissertação, integram-se as leituras e experiências vividas de seu

---

Entre 1970 e 1990 alguns fatos históricos/educacionais marcaram as respectivas décadas. A Guerra Fria e a Ditadura Militar, por exemplo, foram marcos dos anos 1960/1970, enquanto a expansão das universidades e o início de programas de pós-graduação em educação ocorreram na década de 1980. A preocupação com os vestibulares e marcos educacionais como a elaboração dos PCN e outros documentos oficiais, marcam a década de 1990.

percurso o Estágio Docência, que permitiu uma primeira experiência com as atividades de ensino superior e refletir sobre questões que concernem à formação de professores (MONTALVÃO-NETO, 2015); a participação no grupo de estudos e pesquisa DICITE (Discursos da Ciência e da Tecnologia na Educação), onde ocorrem diversas discussões sobre as relações entre as concepções de educação, as teorias da linguagem e os Estudos CTS (GIRALDI et al., 2015); e a participação no OBEDUC Ciências (Observatório da Educação), projeto que integra acadêmicos e professores do ensino básico, buscando romper o distanciamento entre universidade e escola (CASSIANI, VON LINSINGEN, MONTALVÃO-NETO, 2015). Diante dessas perspectivas, que fizeram parte de minhas histórias de leitura e das condições de produção desse trabalho, elaborado em uma relação de intertexto por dialogar com outros trabalhos pertencentes ao grupo DICITE e também com trabalhos externos a ele, a análise do autor do livro didático logo foi vista como demasiada complexa, pois muitas outras questões, para além de quem escreve, permeiam a sua constituição.

Parecendo um tanto ingênuo acreditar que o autor tenha plena influência e autonomia na elaboração do livro, que possui uma estrutura engendrada em exigências mercadológicas e políticas, o foco da dissertação então se alterou. Com bases principalmente nos trabalhos de Giraldi (2005) e Souza (2000), outros olhares se mostraram pertinentes. Enquanto Giraldi (2005) traz em seu trabalho um olhar sobre as analogias nos livros didáticos de Biologia, mais precisamente sobre os conteúdos de Citologia (Biologia Celular), com base nas categorias de Souza (2000), que reflete sobre discursos completamente distintos, neste trabalho, utilizando categorias próximas as de Giraldi (2005) e Souza (2000), os discursos sobre os quais nos debruçaremos também são de outra natureza, o que nos leva ao que Orlandi (2001) aponta, ao mencionar que o analista poderá mobilizar diferentes conceitos dependendo da sua pergunta, e sua forma singular de análise não implica em uma produção parafrástica. Dessa forma, esse olhar, que vai ao encontro aos trabalhos do grupo DICITE e, portanto, de encontro às relações de naturalidade e neutralidade da linguagem, busca transgredir, de alguma forma, os discursos hegemônicos que estabilizam determinados sentidos na/da Ciência e da Tecnologia, sendo esta a condição de produção base de nossas reflexões.

Nesse sentido, complementando nossas reflexões iniciais sobre “o que” e “por que” falamos, é necessário evidenciar algumas percepções de/sobre ciência. Apesar de a linguagem científica se relacionar a um contexto histórico-social demarcado, comumente há uma visão bastante comum de que a ciência descreve a realidade tal como ela é, produz um retrato do mundo: é como se os fatos já estivessem ali, independente de nós, apenas esperando para serem desvendados e descritos (CORACINI, 1991; GIRALDI, 2010). Nesse contexto, o papel da linguagem como parte integrante de práticas científicas, e não meramente um instrumento de comunicação, muitas vezes, não é considerado (GIRALDI, 2005). A ideia de que a ciência trabalha com o real, do qual o sentido não pode ser outro se não aquele estabelecido pelos especialistas, detentores de poder na ordem discursiva, é comum, o que acaba limitando possíveis espaços para outras interpretações e outras leituras (PÊCHEUX, 1990).

Tal pensamento cartesiano também perdura e perpassa (n)os livros didáticos. Sendo um texto que intenciona ser fechado, utilizado como forma de fixação de exercícios, existe uma naturalização sobre as formas de leitura e escrita que levam a práticas que tendem à cópia. Com isso, torna-se necessário que os espaços de ler e escrever sejam transformados, de forma a possibilitar a interlocução e dialogar com outros modos de fazê-los na escola (GIRALDI, 2010). Sendo os livros didáticos trabalhados como fontes únicas de leituras, em uma perspectiva naturalizada de sentidos, é possível realizar outros diálogos? Pensando na ciência como construção sócio-histórica vigente em um determinado espaço e tempo, e na concepção de que os sentidos provisórios dados pela vontade de verdade<sup>2</sup> (Foucault, 1996) – historicamente construída e que regulam os sujeitos em uma ordem discursiva – são passíveis de transformação, acreditamos que os sentidos sempre podem ser outros. Não obstante pensamos ser possível partir das polissemias emergentes dos alunos, para abrir novas possibilidades de

---

<sup>2</sup> Em “A ordem do discurso”, Foucault explica alguns sistemas de exclusão que influenciam o discurso. Dentre eles existe a vontade de verdade, que se origina historicamente e incide sobre outros discursos, sendo reforçada por um conjunto de práticas que incluem aspectos pedagógicos, institucionais, de saber, caracterizando as relações culturais e constituindo o discurso verdadeiro, ao qual o(s) sujeito(s) se submete(m), controlando o dizível. A ciência é uma das formas institucionalizadas que buscam a verdade.

ensino, considerando que nesse processo temos objetivos de ensino a serem contemplados, e por isso não podemos reduzir o ensino apenas às polissemias. Para garantir aprendizagens mínimas do conteúdo escolar, torna-se então necessário que os alunos sejam inseridos em determinadas formações discursivas, compartilhando sentidos do campo da ciência.

Após delinear algumas das motivações que embasam este trabalho, cabe-nos então pensar acerca da(s) pergunta(s) que nos motivam e os objetivos que pretendemos alcançar com esta pesquisa. Nesse sentido, os caminhos para chegar a um mestrado acadêmico e a ânsia pela escrita de um trabalho que se deseja significativo tanto para quem o escreve, quanto para o meio no qual está inserido, perpassa por diversas fronteiras. Enquanto educadores, sabemos que nossa história de vida, nossos objetivos pessoais e desejos entrelaçam-se a novos horizontes, a múltiplas perspectivas em um constante processo de aprendizagem. Dessa forma, as motivações iniciais para este trabalho tomaram novos caminhos à medida que novas possibilidades, visões e experiências foram possibilitadas, durante um longo processo de formação profissional e pessoal. Como todo sujeito, apesar de ser fortemente influenciado/atravessado por ideologias que se materializam discursivamente, nossas histórias de vida integram-se às condições de produção em nossos atos interpretativos, como é o caso de uma pesquisa acadêmica. Dentre os desafios observados durante a trajetória desta pesquisa, que nem começa aqui, e nem encerra-se por ela, o contexto escolar, observado empiricamente e com base em minhas histórias de leitura, apresenta-se de forma complexa, com suas dificuldades, desafios, propostas, avanços e problemas. Dentre as dificuldades, é comum que sejam citadas as carências infraestruturais, humanas, didático-pedagógicas e a consequente desmotivação de alunos e professores, que, muitas vezes, não têm o devido apoio para desenvolver seu trabalho.

Mediante a necessidade de refletir sobre os possíveis problemas e desafios do contexto escolar, principalmente no que tange às influências das práticas pedagógicas e as relações de ensino-aprendizagem, algumas justificativas tornam-se essenciais para embasar nossas reflexões. Reconhecendo a importância do livro didático, e pensando em como este recurso aborda questões socialmente relevantes da atualidade no que se refere à ciência e à tecnologia discutidas em

várias instâncias sociais (educacionais, midiáticas, políticas, etc.), algumas justificativas nos servem como base para a escolha do tema e de nosso objeto de pesquisa.

Sendo o livro didático alvo de estudos e políticas públicas nos últimos anos, que objetivam mudanças efetivas e melhoria de sua qualidade, qual seria seu papel? Considerando que o livro didático é um componente das práticas pedagógicas entre a disciplina científica de referência (Ciências Biológicas/Biologia) e a disciplina escolar (Biologia), devido às condições que envolvem a sua utilização em sala de aula (GIRALDI, 2005), muitas vezes, este é utilizado como o principal (ou único) recurso disponível para professores e alunos. Por isso, em nossas análises e discussões, não consideraremos uma perspectiva salvacionista, e nem reduziremos a importância do livro didático. Pensamos apenas que este deve integrar múltiplas proposições, que vão desde aspectos socioculturais, até conhecimentos científicos. Consideramos também que este é um material que difunde em seus discursos diversos valores, ideias, costumes e ideologias (SILVA; CARVALHO, 2004), que se ocultam em meio a aparente transparência de seus dizeres. E não somente os livros didáticos, mas a própria Biologia está atrelada a(s) ideologia(s) que atravessam e constituem tanto a produção da ciência, quanto as questões didáticas.

Ressaltamos assim que esse olhar se faz necessário, pois: ao longo dos anos, o livro didático é utilizado como um dos principais apoios dos educadores, sendo identificado como um recurso determinante na organização dos currículos escolares e práticas pedagógicas de professores (GOLDABACH; BEDOR, 2011, BRÃO; LAPENTA, 2011, XAVIER; FREIRE; Moraes, 2006, SILVÉRIO; MAESTRELLI, 2010); os livros didáticos não incorporam rapidamente as inovações científicas e tecnológicas<sup>3</sup>, enquanto outras instâncias sociais (como as mídias) reverberam uma enorme quantidade de informações de forma assistemática aos alunos; alguns conteúdos são tradicionalmente privilegiados no ensino e, conseqüentemente, também o são pelos livros didáticos por motivos mercadológicos. Como implicação dessa relação pode-se ocasionar o silenciamento de questões socialmente relevantes, principalmente quanto às inovações científicas e tecnológicas das

---

<sup>3</sup> Aqui, ao utilizarmos o termo “inovação”, nos referimos especificamente aos conhecimentos contemporâneos produzidos no âmbito da Biologia.

Ciências Biológicas; é necessário proporcionar reflexões sobre as questões científicas e tecnológicas, permitindo, não apenas acesso, mas também a democratização do conhecimento, a emancipação dos povos e a possibilidade de tomada de decisões por parte dos cidadãos.

Nesse sentido, analisando o livro didático com a pretensão de refletir sobre as demandas sociais emergentes na contemporaneidade e, conseqüentemente, sobre o silenciamento de conteúdos que podem garantir a autonomia/emancipação dos sujeitos, pretende-se compreender, por meio de questões que concernem à linguagem, como se apresentam os discursos referentes à Biologia, mais especificamente aqueles relativos à Genética. Propomos então uma pesquisa utilizando como referencial teórico-metodológico a Análise do Discurso (AD) de linha francesa, de forma a compreender quais efeitos de sentidos podem ser produzidos em condições de leitura dos sujeitos-leitores (normalmente alunos), e como as questões referentes às inovações científicas e tecnológicas da Genética e da Biologia Molecular são inseridas nesses textos. Dessa forma, queremos saber *até que ponto (ou em que medida) as questões atuais sobre/de genética estão sendo abordadas nos livros didáticos?* Intrinsecamente relacionadas à pergunta, questões complementares são pertinentes. ***Quais possíveis interpretações (ou efeitos de sentido) sobre Genética Moderna podem ser produzidas a partir de uma coleção de livro didático de Biologia? Quais possíveis efeitos de sentido podem ser produzidos mediante a forma como estes conteúdos são apresentados?***

Em busca de responder as questões acima, delineamos alguns objetivos, de forma a refletir acerca de como as questões atuais de/sobre o campo da Genética podem influenciar os efeitos de sentido produzidos a partir da interação texto/leitor. De forma geral, a partir da perspectiva da AD, interessa-nos *investigar possíveis leituras acerca de temas relacionados a Genética Moderna, a partir de livros didáticos, tendo em vista algumas implicações para o Ensino de Biologia*. Ao referirmo-nos sobre as “possíveis leituras”, nos voltaremos às possibilidades de leitura daquilo que é dito, e também daquilo que não é dito.

Considerando a natureza da pesquisa, interessa-nos os sujeitos leitores de livros didáticos de Biologia, mais precisamente (ou a imagem que se tem de) professores e alunos. Para tal, pretendemos alcançar os seguintes objetivos específicos:

1. Analisar uma coleção de livros didáticos, amplamente utilizada no ensino de Biologia, de forma a compreender quais são os discursos existentes sobre Genética, com enfoque em questões atuais desse campo de conhecimento;
2. Refletir sobre possíveis implicações desses discursos no processo de ensino-aprendizagem;
3. Discutir os efeitos de sentidos produzidos a partir de possíveis silenciamentos e em relação à forma como os conteúdos de Genética são apresentados.

Mas o que compreendemos por “Genética Moderna”? Em seu trabalho Xavier, Freire e Moraes (2006) definem os avanços recentes da Genética utilizando os termos “Nova Biologia” e “Biologia Moderna” para se referir à “integração entre as novas tecnologias do DNA e novas aplicações em Genética, que inclui a Biotecnologia e a Biologia Molecular” (p. 277). Pensando nessa visão, compreendemos que tais inovações científico-técnicas da Genética e recorrentes nas Ciências Biológicas, possuem um forte apelo social, influenciando direta ou indiretamente a vida das pessoas, além de suscitarem questões éticas e polêmicas abordadas em várias instâncias sociais (RAMOS, 2006). Por isso, torna-se importante que tais temas sejam tratados no contexto escolar. Semelhante aos debates que ocorrem sobre Física Moderna e Contemporânea, observa-se que notícias sobre as recentes descobertas no campo da Genética são recorrentes na mídia, mas, em contrapartida, são representadas de forma pouco expressiva nos livros didáticos que frequentemente trazem tais questões em apenas algumas caixas de texto ou quadros ilustrativos (NASCIMENTO; MARTINS, 2005, XAVIER; FREIRE; MORAES, 2006, NASCIMENTO; ALVETTI, 2006, dentre outros). Tal como é reconhecido no ensino de Física, assim como há uma predominância de conteúdos tradicionais como a Mecânica Clássica, a Óptica Geométrica e a Eletrostática (NASCIMENTO; ALVETTI, 2006), na Biologia, determinados conteúdos também são privilegiados, como é o caso da Genética Clássica, que ressalta as teorias e proposições das Leis de Mendel, em detrimento de conhecimentos presentes na área da Genética que se utilizam de ferramentas tecnológicas recentes (MONTALVÃO-NETO; MIGUEL; GIRALDI, 2015).

Reconhecendo que a ciência e a tecnologia são atividades humanas e que se faz necessário um pensamento crítico para superar a delegação do poder de decisão frente às questões científicas e tecnológicas aos que são considerados leigos, acreditamos que se faz necessário a difusão e democratização de conhecimentos da Genética Moderna, de forma que ocorra a legitimação, emancipação e possibilidade de tomada de decisões frente à Ciência e Tecnologia. Por outra via, não defendemos que deve ser ensinado apenas o que é considerado como “novo”, ou seja, os resultados de pesquisas recentes no campo da Genética. Em um texto intitulado “*Genética na escola tem ritmos próprios*”, presente no material pedagógico elaborado por Motokane e Valle (2005), pesquisadores trazem algumas visões acerca do ensino de Genética. Com base nessas reflexões, reconhecemos que, para um ensino atual, não basta ensinar o “novo”. Em outras palavras, retratar temas atuais não garante que o ensino não seja dogmático e, mais do que ensinar o novo, é necessário propiciar reflexões críticas, possibilitando diferentes olhares sobre o mundo/sociedade em que vivemos. Além disso, conforme Nascimento e Alvetti (2006) apontam, os temas clássicos abordados nos currículos, estabilizados e predominantes no ensino, possuem grande importância para a compreensão dos fenômenos e do mundo em que vivemos e o debate de temas atuais, que os autores denominam de “Biologia Moderna e Contemporânea”, são essenciais justamente por terem relevância social, cultural e política, sendo necessário pensar na ciência como “*parte de um processo histórico, produto da vida social, e que leva a marca de sua época*” (p. 31).

Dessa forma, torna-se interessante pensar na ciência como um produto cultural, determinado por contextos sócio-históricos, além de determinar as relações emergentes entre sujeitos que compartilham de uma mesma cultura, fazendo com que o conteúdo deixe de ser o principal foco do ensino de ciências e pensando na produção do conhecimento científico (NASCIMENTO; ALVETTI, 2006, p. 32). Nesse sentido, estes autores apontam que, ao encararmos a Ciência enquanto um produto cultural determinado sócio-historicamente, e que é determinante nas relações entre as pessoas que compartilham de uma mesma cultura, o conteúdo tradicional (geralmente reconhecido como produto final da Ciência), deixa de ser o foco principal do ensino de ciências. Passamos então a pensar em todo o processo de produção do

conhecimento científico, que engloba aspectos sociais, históricos, políticos, culturais e econômicos, sendo estes temas também parte dos conteúdos a serem abordados em sala de aula. O discurso de um ensino que seja crítico, reflexivo, preocupado com as realidades/contextos do aluno e que supere as divisões tradicionais das disciplinas (e de seus conteúdos), são apontados não apenas por pesquisadores das áreas de educação, como também por documentos oficiais como os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2006). Com essa forma de ensino espera-se tangenciar a interdisciplinaridade e abordar questões sócio-históricas e epistemológicas, de forma a reconhecer os conhecimentos trabalhados na escola como práticas de uma determinada cultura.

Levando em consideração os aspectos históricos que permeiam a construção da Ciência e acreditando que a História da Ciência pode contribuir, e muito, para essa perspectiva de um ensino contextualizado e que abrange aspectos sociais importantes, em nossas análises nos atentaremos em como é realizada a contextualização entre as novas descobertas e seu contexto histórico, ou seja, as suas condições de produção (em sentido amplo) da Ciência. Encarando a ciência como construção humana, interessa-nos os discursos científicos, ou seja, aquilo que é dito de/sobre/pela ciência, pensando que, o que é dito, está intrinsecamente relacionado à forma como é dito (PÊCHEUX, 1990, ORLANDI, 2001). Em outras palavras, pensaremos sobre a relação forma/conteúdo, de modo a compreender quais discursos estão presentes nos livros didáticos sobre a Genética Moderna, e também sobre como estão sendo enunciados ou silenciados ao longo do texto.

Mas porquê Genética é pauta de nossas pretensões de análise? Mais precisamente, porquê nos interessamos em abordar os conteúdos considerados como “modernos” no âmbito da área que da Biologia? Consideramos que uma análise sobre os discursos de Genética Moderna se torna interessante pois tratam-se de temas que estão sendo amplamente debatidos na sociedade nos últimos anos, estando em pauta em vários setores (como as mídias, a política, em discussões econômicas, éticas, morais, etc.) sociais. Em outras palavras, tratam-se de temas que influenciam direta ou indiretamente na vida das pessoas, e por isso é de direito destas participarem do processo democrático de tomada de decisões frente as questões que envolvem a ciência e a tecnologia contemporânea, abrindo-se assim a possibilidade de tomada

de decisão por parte dos cidadãos. A minha afinidade com o tema não advém apenas de uma afinidade pessoal ou do fato de ter trabalhado tais questões em trabalhos anteriores, como é o caso do TCC. Vejo uma necessidade urgente de trabalhar um tema que pouco é discutido pelos currículos e materiais didáticos escolares. É preciso, mais do que trazer temas atuais, possibilitar ao aluno a possibilidade de refletir sobre o mundo que o rodeia, de forma a olhar de forma crítica e participar ativamente dos processos de tomada de decisões e de políticas emancipatórias.

Nosso trabalho será organizado em seis capítulos. Neste primeiro capítulo abordamos a pesquisa propriamente dita, relatando alguns caminhos percorridos que correspondem à trajetória e elaboração do projeto. Em um segundo capítulo são explorados alguns aspectos da pesquisa em Ensino de Ciências e Biologia no Brasil, embasando-se em um levantamento bibliográfico para realizar um diálogo com outros autores, de forma a abordar como as pesquisas no Ensino de Ciências, bem como dos temas de interesse relatados, têm evoluído nos últimos anos. Em um terceiro capítulo realizamos um parâmetro geral sobre o Ensino de Genética, estabelecendo conexões com o livro didático e as dificuldades/problemas que permeiam ambos. Em um quarto capítulo abordaremos os procedimentos teórico-metodológicos, descrevendo alguns constructos teóricos utilizados na pesquisa. Em um quinto capítulo faremos análises em perspectivas discursivas sobre os discursos de Genética presentes em uma coleção de livros didáticos de Biologia. Por fim, em um último capítulo serão realizadas algumas considerações, onde realizaremos uma síntese reflexiva sobre o trabalho e refletiremos sobre possíveis abordagens que permitam dar continuidade ao trabalho e que possibilitem leituras que consideramos mais interessantes (dada a sua criticidade e forma de abordagem) para o Ensino de Genética.



## **Capítulo 2 – Um diálogo com autores: Reflexões sobre as pesquisas em ensino de Ciências e Ensino de Genética no Brasil**

Nos últimos anos, o campo da pesquisa em Ensino de Ciências têm se modificado e expandido gradativamente. Desde a criação dos primeiros programas de pós-graduação nas áreas de Ensino de Ciências, o número de pesquisas aumentou significativamente em qualidade e quantidade, e tal como apontam Oliveira, Silva e Zanetti (2011) estas pesquisas divulgadas por diversos meios como anais de encontros científicos, periódicos da área, teses e dissertações, livros, difundindo pesquisas teóricas e empíricas, com diversas temáticas e metodologias, e de diferentes naturezas, que variam de relatos de experiência de atividades de professores, até pesquisas acadêmicas. Com tantas pesquisas geradas nos últimos anos, torna-se propício e fundamental aquelas que fazem um levantamento acerca desta produção nacional. As pesquisas do tipo “Estado da Arte” tornam-se então fundamentais para a compreensão de como a área de Ensino de Ciências e seus assuntos correlatos evoluíram nos últimos anos. Nesse sentido, buscaremos traçar alguns parâmetros acerca de como se consolida o campo de Ensino de Ciências, bem como buscaremos refletir sobre alguns temas dentro desse campo que nos interessam nessa pesquisa, o livro didático e o Ensino de Genética.

### **2.1) A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil**

O Ensino de Ciências passou por diversas reformulações ao longo das últimas décadas, por demandas políticas, pedagógicas e históricas (MOREIRA; MARTINS, 2011). Desde meados da década de 1960 questionamentos acerca de métodos de ensino memorizadores surgem, e tentativas de mudanças no ensino decorrem, refletindo-se também na organização dos livros didáticos, nos métodos de ensino e na pesquisa em Ensino de Ciências. Como apontam Fracalanza (1992),

Nardi (2005), dentre outros autores, fatores determinantes para a consolidação da área de Ensino de Ciências remontam desde o final da década de 1950 e início da década de 1960, onde surgem os primeiros projetos de ensino brasileiro, ocorrendo um movimento de inovação metodológica no Ensino de Ciências. É o que aponta Montalvão-Neto (2015), ao dizer que os anos 1970, 1980 e 1990 são acompanhados de marcos históricos, que refletem na educação do país. Nesse sentido, se na década de 1960/1970 as influências norte-americanas de experimentação dominavam as concepções educacionais e produção de materiais didáticos, na década de 1980 e 1990 consolidava-se os centros de pesquisa em ensino e surgiam concepções de ensino importantes, tais como questões ambientais e inovações tecnológicas como pautas das discussões curriculares. No entanto, ao mesmo tempo ocorreria a precarização do Ensino de Ciências por várias razões (como a desqualificação profissional, o surgimento de licenciaturas curtas, precarização de condições do ensino, etc.), levando a padronização nas décadas de 1970 e 1980 do livro didático de ciências, reflexos que ainda hoje sentimos com um modelo linear e estabilizado que segue até hoje nesse recurso didático-pedagógico (MOREIRA; MARTINS, 2011).

Nesse sentido, nos últimos 30 anos, a pesquisa em Ensino de Ciências passou a se desenvolver de forma a pensar acerca de tais problemas. Conforme Moreira e Martins (2011) apontam acerca das palavras de Cachapuz et. al. (2005), principalmente no período entre os 1990 e os anos 2000, há um desenvolvimento impressionante nas pesquisas em Ensino de Ciências, principalmente devido a alguns consensos e superação de paradigmas existentes na área. Com isso, há uma série de produções nas pós-graduações (teses e dissertações), em eventos de Ensino de Ciências (congressos, simpósios, seminários, encontros) e em revistas da área, que demonstram o quanto a pesquisa tem evoluído nos últimos anos, tanto em termos de quantidade, quanto em termos de diversidade de temas e metodologias. É o que aponta Nardi (2005) em sua tese de doutorado, ao dizer que há uma pluralidade de temáticas, enfoques e referenciais teórico-metodológicos, que demonstram diferentes maneiras, convergências e divergências na pesquisa em Ensino de Ciências. Ainda segundo o autor, essa pluralidade leva a inferir que há uma área de Ensino de Ciências

consolidada no país, mas que a comunidade de pesquisadores que a compõe é diversificada, o que demonstra a não existência de um único “paradigma” na área.

Nesse sentido, diversos estudos sobre temas plurais foram realizados em dissertações, teses, artigos e livros, nacionais e internacionais. É o que aponta Nardi (2005):

No caso do Brasil, a instituição da ciência em disciplinas escolares, a criação dos cursos de licenciatura destinados à formação de professores de ciências, a criação de sociedades de pesquisa com secretarias de ensino, a implantação de centros de apoio e assessoria à construção de equipamentos para o ensino e à capacitação de professores de ciências, o advento dos primeiros simpósios específicos sobre ensino das áreas de ciências, a publicação de periódicos científicos destinados à divulgação sobre o tema, os encontros e congressos de pesquisa específicos em ensino das ciências, de uma forma ou outra, já foram tratados em estudos que se constituíram em dissertações, teses, artigos e capítulos de livros publicados no país e no exterior (NARDI, 2005, p. 15).

Dentre os diversos tipos de estudos realizados, estão aqueles que buscam registrar e compreender como se deu a evolução do Ensino de Ciências nos últimos anos, principalmente pelo mapeamento da produção acadêmica. São os trabalhos chamados de “Estado da Arte”, que nos apresentam alguns dados numéricos que podem expressar tal evolução nas pesquisas. Relativamente ao número de teses e dissertações produzidas no Ensino de Biologia, por exemplo, Teixeira e Megid-Neto (2011) identificaram, por meio de bancos de informação bibliográfica (como banco de dados da CAPES, o Centro de Documentação em Ensino de Ciências – CEDOC/UNICAMP, dentre outros), um total de 355 títulos no Ensino de Biologia, defendidos entre 1972 (ano em que as primeiras dissertações/teses foram defendidas no país) e 2004. Em um trabalho posterior, Teixeira, Silva e Anjos (2009)

identificaram, também por meio de bancos de dados bibliográficos, um número ainda mais expressivo: um total de 458 trabalhos defendidos entre 1972 e 2006. De acordo com esses trabalhos, é inegável o grande crescimento das pesquisas em educação nas últimas décadas, havendo uma tendência a avançarem ainda mais. Em outro trabalho, Slongo (2004), analisando um período de quase três décadas de produção acadêmica (entre 1972 e 2000), a autora encontrou cerca de 130 teses e dissertações sobre o Ensino de Biologia, apontando assim que o número de trabalhos vem crescendo nos últimos anos, havendo um aumento de produtividade na área principalmente nos anos 1990, com o surgimento de novas perspectivas e possibilidades para o ensino.

Além disso, Slongo (2004), ao analisar a produção acadêmica nesse período, observou vários referenciais teóricos e procedimentos metodológicos, identificando diferentes perspectivas educacionais e epistemológicas, que demonstram as mudanças nas investigações acadêmicas. Com isso, fazer pesquisa deixou de ser algo estritamente empirista-positivistas, e passou a ter uma abordagem que leva em conta as atividades dos alunos e professores, que mais do que atuantes, devem abandonar a neutralidade. Em outras palavras, os rumos da pesquisa em educação nos últimos anos têm focado em colaborar para o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo sobre a escola e seus protagonistas (alunos e professores), o que também é objetivo dessa dissertação. No entanto, mesmo diante de um aumento na produção e mudanças de perspectivas das pesquisas no Ensino de Biologia, ainda é preciso avançar, tanto na produção acadêmica, quanto na formação de novos pesquisadores, pois muitos das pesquisas centram-se em poucos profissionais (ou grupos de pesquisa) da área, o que acaba por restringir os inúmeros enfoques possíveis.

Ao se falar sobre o campo de pesquisa em Educação/Ensino de Ciências no Brasil, apesar das defasagens em algumas áreas, não somente o número de trabalhos sobre livros didáticos têm ganhado significativas contribuições, mas o próprio campo tem obtido grandes avanços, principalmente nos últimos 40 anos (TEIXEIRA; MEGID-NETO, 2011). Como apontam Teixeira e Megid-Neto, é necessário pensar sobre como evolui a produção quantitativa e qualitativa destes trabalhos ao longo do tempo, como estes se distribuem geograficamente,

quais as principais linhas de investigação que se encontram consolidadas, e principalmente sobre o que realmente sabemos acerca das produções no Ensino de Biologia nacional. E é nesse sentido, buscando compreender como se desenvolve o cenário da pesquisa em Ensino de Ciências e Biologia que estabelecemos paralelos de forma a pensar sobre temas importantes, tais como o livro didático e o ensino de uma das mais importantes áreas da Biologia, a Genética. Nesse sentido, realizamos uma breve revisão bibliográfica com o intuito de pensar sobre algumas dessas reflexões. Nossos dados, mesmo não abrangendo muitas bases bibliográficas, ao serem cruzados com os dados desses autores, nos possibilitam (re)pensar acerca da produção acadêmica no âmbito dos temas discutidos, conforme será apresentado na próxima seção.

Porém, observamos também que ainda necessita-se de um progressivo aumento, não só em quantidade, mas também em termos de qualidade no que se refere as pesquisas no Ensino de Ciências. Torna-se também necessária uma maior divulgação de trabalhos acadêmicos, pois como apontam Teixeira e Megid-Neto (2011), estas são ineficientes, e muitas das dissertações e teses produzidas não são encontradas em espaços que vão além das bibliotecas das instituições em que ocorreu sua defesa. Para minimizar esse problema precisamos continuar:

(...) buscando formas mais apropriadas para socializar, compatibilizar e integrar os conhecimentos gerados pelas pesquisas, compreendendo que a divulgação dos resultados dessa produção é condição essencial para a implantação de propostas mais específicas para a formação de professores e para a própria melhoria do ensino de ciências no país (TEXEIRA; MEGID NETO, 2011, p. 560).

Nessa direção, consideramos alguns meios de divulgação (de trabalhos científicos) interessantes, como é o caso de algumas bases como o CEDOC<sup>4</sup>, que permite facilitar o acesso a produções

acadêmicas, e algumas revistas com um escopo diferenciado, tal como “Ciência em Tela”, “Ciência & Ensino” e “Genética na Escola”. Porém, observamos que o CEDOC não possui atualizações desde 2010. Quanto às revistas citadas, estas têm como foco possibilitar espaços para divulgação de trabalhos aos professores de Ensino Fundamental e Ensino Médio, o que difere de outras revistas, que possuem como principal foco a divulgação de pesquisas realizadas por acadêmicos. Tal abordagem se torna interessante por poder permitir estreitar as relações entre escola e universidade, tema que recentemente está em pauta em muitas discussões. Como Zeichner (2007) coloca, é fundamental derrubar a barreira entre professor-pesquisador e pesquisadores acadêmicos, levando em consideração o conhecimento produzido pelo professor, muitas vezes ignorado pelo meio acadêmico, e possibilitando diálogo das pesquisas acadêmicas com professores, muitas vezes consideradas irrelevantes para os contextos escolares.

Após refletirmos sobre o Ensino de Ciências, enquanto área consolidada ao longo das últimas décadas, pautando-nos também em revisões bibliográficas, aprofundaremos na próxima seção sobre algumas questões a respeito da produção acadêmica de pesquisas que envolvem o livro didático, o ensino de genética e as teorias da linguagem (que pautam nosso referencial teórico-metodológico).

## **2.2) Uma revisão bibliográfica: diálogo com autores**

Para conhecer o que está sendo produzido na pesquisa em Ensino de Ciências/Biologia, realizamos uma revisão bibliográfica sobre os assuntos de interesse de nossa pesquisa, que serão descritos a seguir.

---

O CEDOC (Centro de Documentação em Ensino de Ciências), da Faculdade de Educação da UNICAMP, desenvolve estudos e pesquisas sobre a produção acadêmica e didática em Educação em Ciências, e tem como um dos objetivos identificar, classificar e divulgar documentos referentes ao ensino na área de Ciências (teses, dissertações, artigos de pesquisa, artigos de divulgação científica, propostas curriculares, materiais didáticos, propostas de ensino, dentre outros. Fonte: <https://www.fe.unicamp.br/cedoc/>

Por meio desta revisão foi possível obter algumas noções sobre as produções sobre tais temas realizadas recentemente e publicadas nos principais meios de divulgação de pesquisas da área de educação em ciências. Pautando-nos em Mohr e Maestrelí (2012), realizamos a revisão a partir do Portal de Periódicos da CAPES, das atas de um dos mais importantes eventos do ensino de ciências, o ENPEC (Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências), e por meio de alguns periódicos importantes no ensino de Ciências, tais como as revistas *Ensaio*, *Investigações em Ensino de Ciências* e *Ciência & Educação*. A busca por artigos remeteu-se a um período de intervalo de cinco anos, contados a partir da data de início dessa pesquisa (que decorreu em 2014, e por isso abrangemos nessa revisão os artigos publicados entre os anos de 2010 e 2014), apenas para ter uma visão geral do que está sendo pesquisado na atualidade sobre os temas pelos quais nos interessamos, não sendo nosso foco realizar um trabalho do tipo “Estado da Arte”, pois nos utilizaremos do diálogo com alguns autores que fizeram esse tipo de abordagem para refletir sobre a produção acadêmica no ensino de Ciências/Biologia nas últimas décadas. Como principal foco procurou-se saber quantos e quais artigos tratavam sobre o **Ensino de Genética** e o **livro didático** das áreas referentes ao Ensino de Ciências (Física, Química e/ou Biologia). Apoiando-se em nosso aporte teórico, procuramos também artigos com abordagens na **Análise do Discurso** de linha francesa.

Como produto dessas buscas, várias abordagens foram encontradas nas pesquisas sobre o Ensino de Ciências que envolviam as teorias da linguagem. Nessa perspectiva, encontramos trabalhos com referenciais teóricos distintos, como a Retórica Crítica, as teorias da psicologia sócio-histórico-cultural de Vygotsky, a filosofia sociolinguística de Bakhtin, as teorias da Argumentação/discurso argumentativo, a Análise Crítica do Discurso, perspectivas semióticas/semi-linguísticas, dentre outras, o que vai ao encontro da perspectiva de que nos últimos anos há um número significativo de trabalhos com perspectivas da linguagem. Conforme Flôr e Cassiani (2012) apontam, as articulações entre linguagem e ensino de Ciências se intensificaram na década de 1990, quando as concepções alternativas, estudadas sob a ótica das concepções cognitivistas, perderam força

atuante, pois viu-se que o problema de aprendizagem não estava apenas a nível do sujeito isolado, necessitando olhar para o indivíduo mediante o contexto social. Desde então, diversos tipos de estudos sobre linguagem no ensino de Ciências são desenvolvidos, e como apontam Nicolli, Oliveira e Cassiani (2011), há uma grande polissemia sobre a palavra linguagem nesses tipos de pesquisa, onde reside uma falsa transparência, como se houvesse um único sentido, desconsiderando a grande heterogeneidade de abordagens e enfoques existentes. Observamos que há uma predominância de trabalhos que se utilizam das teorias de Bakhtin e Vygotsky, o que também é apontado por Nicolli, Oliveira e Cassiani (2011) sobre algumas edições do ENPEC (entre 2005 e 2009).

Dentre os poucos trabalhos encontrados na revisão bibliográfica realizada que abordam questões sobre a linguagem científica e tecnológica, mais especificamente sob o olhar da Análise do Discurso de linha francesa (referencial teórico de nosso interesse), além da revisão bibliográfica realizada por Nicolli, Oliveira e Cassiani (2011) sobre os trabalhos relativos ao tema, apresentados em alguns dos ENPEC's, também podemos notar que, em sua maioria, os trabalhos encontrados nos ENPEC's pertencem a membros de grupos de pesquisa que trabalham com essas questões, como é o caso do grupo DICITE. Podemos citar como exemplo o trabalho de von Linsingen e Cassiani (2011), intitulado “Educação CTS em perspectiva discursiva: contribuições dos estudos sociais da Ciência e da Tecnologia”, e que discorre sobre uma nova área de pesquisa fundada pelos autores, onde busca-se pensar nas relações entre Ciência, Tecnologia e a Sociedade utilizando-se dos arcabouços teóricos da Análise do Discurso e dos Estudos CTS. Também podemos citar o trabalho de Galieta e Almeida (2013), intitulado “A Análise de Discurso como dispositivo analítico em pesquisas de Educação em Ciências” e apresentado em forma de simpósio no ENPEC daquele ano, sendo fundamental para pensarmos na elaboração de nosso dispositivo analítico, já que esta pesquisa retrata algumas tendências e questões teórico-metodológicas do referencial teórico que utilizamos nesse trabalho. Estes são alguns dos trabalhos que foram imprescindíveis para as nossas reflexões e que embasam nossa pesquisa. Outros trabalhos também poderiam ser citados, e aparecem ao

longo de nossas discussões. No entanto, referenciamos estes dois por considerarmos que resumem as ideias e bases teórico-metodológicas nas quais nos embasamos para a elaboração desta dissertação.

Quanto ao Ensino de Genética, encontramos 17 trabalhos nas atas do ENPEC e menos de 10 trabalhos no portal da CAPES e demais revistas analisadas na revisão de literatura realizada no período estipulado (de 2010 a 2014). Dentre os trabalhos encontrados, e que consideramos como alguns dos mais relevantes para nos ajudar a pensar sobre as questões suscitadas nesta pesquisa, podemos citar o trabalho de Franzolin e Bizzo (2013), intitulado “Conhecimentos básicos de Genética nos livros didáticos e na literatura de referência: Aproximações e Distanciamentos”, também publicado nas atas do ENPEC, onde os autores realizam comparações entre os conhecimentos presentes nos livros didáticos do ensino médio e uma bibliografia de referência (acadêmica) dos Estados Unidos e do Brasil, tratando principalmente sobre questões relativas à Transposição Didática.

Outro trabalho que consideramos importante para nossas reflexões sobre o ensino de Genética e o livro didático, encontrado em nossa revisão, é o de Goldbach e Bedor (2011). Intitulado “Estão os livros didáticos de biologia incorporando questões provindas do campo da pesquisa em ensino da área, como no caso do ensino de genética?”, trata-se de um estudo exploratório onde as autoras buscam refletir acerca das continuidades, ausências e novidades que decorrem nos livros didáticos após a instauração do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) em 2007. Basicamente, Goldbach e Bedor (2011) buscam observar os avanços e problemas<sup>5</sup> (em termos de organização, abordagem e modo pelos quais os conteúdos são abordados) que envolvem os conteúdos de Genética em duas coleções didáticas, sendo uma delas a mesma que utilizaremos em nossas análises (os livros de Sérgio Linhares & Fernando Gewandsnadjer). Por isso, torna-se interessante pensar nesse trabalho, não somente pelas análises sob uma

---

<sup>5</sup> Neste trabalho as autoras descrevem as melhorias e problemas em termos de conteúdos e formas como são abordados nos livros didáticos, apontando ainda a melhoria em termos de imagens, escalas, inserção de temas em caixas de texto, atualização de conteúdos, abordagem de temas que outrora não se apresentavam nos livros, dentre outras mudanças decorrentes após a inserção do PNLD.

ótica diferente das que aqui serão expostas, mas também por me debruçar sobre o mesmo objeto de análise.

Encontramos também um grande número de trabalhos que tem como objeto de pesquisa os livros didáticos de Ciências (das disciplinas de Física, Química, Biologia e de Ciências no ensino fundamental). Conforme apontam Cassab e Martins (2003) e Roquette (2011), estes materiais têm sido apontados como um dos mais investigados em artigos publicados em anais de eventos de ensino de Ciências. Apesar de existirem muitos trabalhos, em diversas áreas de conhecimento, sobre o livro didático, este ainda é um objeto amplamente estudado. Diversas abordagens acadêmicas são realizadas, e como é apontado por Silva, Passos e Villas-Boas (2013), é possível verificar diferentes objetivos de estudo sobre o livro didático de Biologia do Ensino Médio, onde os autores vão desde temáticas como a sua utilização didática/avaliação, até comparações desses recursos com a utilização de apostilas ou temas/conteúdos específicos. No entanto, conforme aponta Martins (2006), “no campo da Educação em Ciências, as investigações que têm o livro didático como objeto de investigação, tradicionalmente, concentram-se no inventário e discussão de erros conceituais” (p.12). Assim, estes estudos baseados em graves falhas conceituais e metodológicas no livro didático têm contribuído para a sua melhoria. No entanto, conforme aponta Martins, em uma revisão realizada pela autora entre os anos de 1997 e 2003, há uma desproporção entre o número de trabalhos que falam sobre a forma de apresentação dos conteúdos e de outros tipos de investigações importantes para compreender a natureza, o papel e o uso do livro didático (como a sua linguagem, padrões gráficos, práticas de utilização em sala de aula, políticas que o envolvam e ideologias veiculadas).

Conforme apontam alguns autores (FREITAG; MOTTA; COSTA, 1987, FRACALANZA, 1992, MEGID-NETO; FRACALANZA, 2003, EMMEL; PANSERA-DE-ARAÚJO, 2012, dentre outros), observa-se no Brasil um aumento significativo e constante de pesquisas e publicações sobre o livro didático desde a década de 1980. Conforme apontam Freitag, Motta e Costa (1987), enquanto a pesquisa científica e a crítica do livro já estavam estabelecidas há muito tempo em países considerados economicamente

desenvolvidos, no Brasil esses estudos permaneceram durante muitos anos isolados nos cursos de pós-graduação, sem ter a devida atenção de pessoas que participavam das políticas dos livros didáticos. Atualmente várias pesquisas em Educação têm propiciado a construção de uma visão crítica de professores e alunos, tanto no que diz respeito a formação de professores, quanto a respeito da qualidade dos livros didáticos, com seus limites e possibilidades (EMMEL; PANSERA-DE-ARAÚJO, 2012). Segundo Emmel e Pansera-de-Araújo, que realizam um estudo acerca das publicações sobre o livro didático no período de 1999 à 2010, há algumas tendências que marcam-se nas pesquisas sobre este recurso didático, tal como a maioria dos trabalhos concentrarem-se no estado do sudeste, abrangerem em geral o Ensino Fundamental e Médio, e principalmente as disciplinas de Ciências e Português, observando que há um coletivo de pesquisadores preocupados com o estudo do livro didático nos últimos anos. Além disso, tal como aponta o pesquisador francês Choppin, a pesquisa sobre o livro didático trata-se de um campo recente, pois:

Após ter sido negligenciado, tanto pelos historiadores quanto pelos bibliógrafos, os livros didáticos vêm suscitando um vivo interesse entre os pesquisadores de uns trinta anos para cá. Desde então, a história dos livros e das edições didáticas passou a constituir um domínio de pesquisa em pleno desenvolvimento, em um número cada vez maior de países, e seria pouco realista pretender traçar um estado da arte exaustivo sobre o que foi feito e escrito e, mais ainda, do que se pesquisa e se escreve atualmente pelo mundo. (CHOPPIN, 2004, p.549)

Não obstante, em nossa revisão bibliográfica poucos foram os trabalhos encontrados que se utilizam de abordagens discursivas em suas análises sobre o livro didático ou sobre o Ensino de Genética e, por isso, acreditamos que, por integrar tais temas nesta pesquisa de mestrado, podemos contribuir para outras visões acerca do Ensino de Biologia. Dentre esses poucos trabalhos que se utilizam das abordagens que nos interessam, podemos citar alguns que encontramos e que muito

nos inspiraram para realizar nossas reflexões. Além do trabalho de Goldbach e Bedor (2011), que conforme já citado retratou questões sobre o ensino de genética no livro didático, também podemos citar o trabalho de Galieta (2013), apresentado no IX ENPEC, e que se intitula “Análise de Discurso de textos do livro didático e de divulgação científica: caracterizando formações discursivas”, onde a autora realiza um exercício de análise, com base nos pressupostos da Análise do Discurso, de duas formas de texto com diferentes formações discursivas: o livro didático e o texto de divulgação científica. O propósito do trabalho é então discutir a elaboração de um dispositivo analítico a partir do dispositivo teórico da Análise do Discurso, e por isso tornou-se relevante pensar a partir desse trabalho a elaboração de nosso dispositivo de análise, conforme explicitaremos no capítulo 4 desta dissertação. Em suma, este foi o único trabalho encontrado em nossa revisão (dentro do período estipulado – 2010 a 2014) que abordou os três temas pelos quais nos interessamos (Ensino de Genética, Análise do Discurso e Livro Didático). Alguns outros trabalhos mais antigos também apresentam temas pelos quais nos interessamos. É o exemplo do trabalho “Analisando livros didáticos na perspectiva dos Estudos do Discurso: compartilhando reflexões e sugerindo uma agenda para a pesquisa” de Martins (2006), que abordam questões acerca do livro didático, baseadas nos Estudos do Discurso.

Os temas “Genética” e “Livro Didático”, temas de nosso interesse, são abordados também em trabalhos tais como o de Oliveira, Silva e Zanetti (2011) intitulado “Pesquisas em Ensino de Genética (2004-2010)”, nos quais os autores realizam um levantamento bibliográfico da produção acadêmica na área de Ensino de Genética em períodos e anais de eventos no período citado. Neste levantamento concluem que grande parte das pesquisas relacionadas ao Ensino de Genética se referem a concepções alternativas dos alunos ou a análise de livros didáticos do Ensino Médio. Os autores apontam ainda que alguns temas como gene, cromossomo, DNA e o projeto Genoma Humano são os mais presentes nos artigos encontrados em sua revisão. A seguir eles apontam que aparecem como palavras mais presentificadas nesses trabalhos os termos Genética, Biologia Molecular e “Nova Biologia”. Cabe ressaltar que o termo “Nova Biologia” é um dos utilizados por

Xavier, Freire e Moraes (Biologia Moderna/Nova Biologia – ver capítulo 1) para se referir as recentes inovações no campo da Genética.

Entrecruzando os 3 temas, ao pesquisar no Portal de Periódicos da CAPES sem a delimitação de um período de tempo específico, utilizando as palavras-chaves “Genética” e “Livro Didático” encontramos apenas 3 artigos que se remetem a esses dois temas de interesse de nossa pesquisa. Inspiração inicial de minhas leituras (conforme apontado no capítulo 1), o trabalho “O texto de genética no livro didático de ciências: uma análise retórica crítica” de Nascimento e Martins (2005), apesar de se utilizar de uma outra teoria da linguagem (a retórica) para pensar acerca do livro didático e de datar-se de mais de 10 anos de sua elaboração, torna-se um trabalho importante pelo fato de pensar acerca das relações que envolvem leitor e autor do livro didático, relatando ainda importantes pontos acerca das condições de produção que envolvem este recurso didático-pedagógico. Outro trabalho observado nessa busca, e que nos foi essencial para as nossas compreensões e discussões acerca dos conhecimentos recentes no campo da Biologia é o trabalho de Xavier, Freire e Moraes (2006), que intitula-se “A nova (moderna) biologia e a genética nos livros didáticos de biologia no ensino médio”, trabalho que embasou a nossa compreensão do termo adotado para se referir aos recentes avanços na área das Ciências Biológicas, e por meio do qual adotamos o termo Biologia Moderna para se referir a tal tema.

Nessa mesma linha de pensamento, encontramos no VIII ENPEC um artigo que também discute a importância de se tratar os temas atuais, referentes as técnicas e conceitos inovadores no campo das Ciências Biológicas. Intitulado “Temas da Genética contemporânea e o Ensino de Ciências: que materiais são produzidos pelas pesquisas e que materiais os professores utilizam?” este artigo, de Bonzanini e Bastos (2011), faz parte dos resultados de uma pesquisa de doutorado na qual busca-se compreender quais materiais e temas estão sendo discutidos por professores e o quê acerca das pesquisas em Ensino de Genética tem chegado de fato ao ensino. Nesse caso, os autores se utilizam do termo Genética contemporânea (e não Biologia/Genética Moderna) para se referir aos temas atuais relacionados a esse campo de conhecimento. Conforme apontam Bonzanini e Bastos, temas como Biotecnologia por

exemplo, foram inseridos nos livros didáticos desde a década de 1990, porém, tiveram pouca penetração no ensino, o que leva a muitas vezes os professores terem dificuldades em ensinar tais conteúdos, já que muitas vezes pouco tiveram contato com tais temas durante a sua formação inicial. E é nesse sentido que salientamos nossa percepção sobre o tema, independente do termo utilizado para denominá-lo. Ao nos referirmos sobre a Genética ou Biologia Moderna, estamos falando de conhecimentos recentes, das últimas décadas, que revolucionaram as pesquisas e formas de compreensão de um campo de conhecimento, a Genética. Por isso, ao falarmos de Biotecnologia, Clonagem, Células-tronco, dentre outros, estamos falando de temas que estão cada vez mais evidenciados em meios de comunicação e discussões sociais, e que se faz urgente o seu conhecimento e discussão pelos cidadãos.

Observamos, então, em nossa revisão que poucos são os trabalhos, dentro do período de tempo analisado, que refletem sobre os aspectos que pretendemos abordar. Como nossa pesquisa pauta-se na produção acadêmica de 5 (cinco) anos (2010-2014), abrangendo apenas algumas revistas e eventos, não podemos afirmar categoricamente que a produção real de artigos sobre essas temáticas é reduzida. No entanto, a partir de nossa revisão, e do diálogo com outros trabalhos do tipo “Estado da Arte”, *a priori*, inferimos que se fazem necessários outros olhares sobre o Ensino de Genética, pensando em abordagens críticas/diferenciadas na educação científica e tecnológica. Propomos trabalhar em uma perspectiva discursiva por acreditarmos que com tal enfoque seja possível contribuir para visões menos naturalizadas, tecendo outras formas de entender as práticas culturais e educativas, mediante relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CASSIANI; GIRALDI; VON LINSINGEN, 2012).

Em outro trabalho, realizado por Goldbach e El-Hani (2008), e que realiza uma revisão de literatura mais aprofundada acerca dos problemas e dificuldades que abrangem o Ensino de Genética, aponta, baseando-se nas observações de outros autores, que:

(...) este tem sido um dos tópicos mais investigados pelos pesquisadores que se dedicam ao ensino de biologia devido a uma variedade de

fatores, que se estendem da relevância social e econômica da genética, com todas as implicações tecnológicas, sociais e éticas envolvidas, à sua importância na estrutura conceitual das ciências biológicas (p. 154).

Não obstante, Goldbach e El-Hani citam ainda que revisões de literatura também têm apontado que temas de Genética são mal compreendidos em todas as faixas etárias e que vários trabalhos realizados com alunos de diversas regiões do mundo identificaram o compartilhamento de uma série de concepções alternativas, sendo sugerido que tais concepções alternativas fossem criadas, em certa medida, por conteúdos apresentados por livros didáticos (GOLDBACH, EL-HANI, 2008). Além disso, Goldbach e El-Hani ainda apontam que várias pesquisas também tem destacado que há uma reduzida problematização das relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade, destacando que há uma carência de temas contemporâneos e discussões éticas e políticas no Ensino de Genética. Além disso, Oliveira, Silva e Zanetti (2011) apontam que poucas são as pesquisas sobre Ensino de Genética que abordam questões CTS ou relativas a História da Ciência. E porquê isso é algo fundamental? Dadas as implicações sociais, econômicas e políticas no desenvolvimento de biotecnologias e novas técnicas relacionadas a Genética, se faz importante a discussão de maneira crítica sobre tais temas, de forma a permitir que o aluno possa se apropriar de tais conhecimentos e compreender as suas relações com a sociedade. Por isso trabalhar se faz necessário trabalhar em uma perspectiva CTS, e não apenas isso. É necessário sair da tradicional forma que a Ciência é retratada, pois apresentá-la de forma linear tal como ocorre muitas vezes, não contribui para uma compreensão da natureza da Ciência (OLIVEIRA; SILVA; ZANETTI, 2011).

Cabe ressaltar ainda que, de forma geral, as pesquisas no Ensino de Ciências, e conseqüentemente no Ensino de Genética, realizadas ao longo das últimas décadas, possuem diversas naturezas e enfoques, utilizando diferentes metodologias, sendo realizadas nos diferentes níveis de ensino e olhando para recursos pedagógicos diversos (Goldbach *et al.*, 2009), com o intuito de perpassar as dificuldades

encontradas no ensino.

Investigações subsequentes, inclusive as providas da produção nacional, têm apontado para a importância do tema e para as dificuldades enfrentadas no ensino. Elas fazem uso de enfoques e metodologias diversas (uso de questionários e entrevistas, pesquisa documental, análise de discurso, concepções, imagens e analogias), assim como abordam diferentes níveis (ensino médio, formação de professores, espaços não formais) e recursos pedagógicos (livros didáticos, revistas, artigos, atividades práticas, filmes) (GOLDBACH *et al.*, 2009, p. 3).

Outros trabalhos que fizeram uma análise do tipo “Estado da Arte” com o objetivo de averiguar mais profundamente os rumos e avanços da pesquisa em Ensino de Genética no país nos últimos anos, apontam que este é um campo em crescimento nos interesses das pesquisas. Em um desses trabalhos, realizado por Goldbach *et al.* (2009), com o intuito de averiguar a produção acadêmica sobre o “Ensino de Genética e temas afins”, as autoras identificaram 52 títulos, entre dissertações e teses, nas duas décadas anteriores a pesquisa. Para as autoras, isso indica uma presença significativa sobre a temática em programas de pós-graduação. No entanto, esses trabalhos infelizmente ainda encontram-se pouco divulgados e acessíveis para consulta. Em outro trabalho, Goldbach e Bedor (2011) citam um recente levantamento bibliográfico realizado pelas autoras sobre a produção acadêmica do mesmo tema, utilizando como fonte 16 anais dos Encontros Nacionais e Regionais de pesquisa em Ensino de Biologia e Ciências, além de bancos de dissertações e teses, encontrando assim 206 artigos e 74 dissertações e teses que abordam temas de/sobre Genética, o que é considerado pelas autoras um expressivo resultado em termos numéricos e de diversidade.

Após tais reflexões acerca das pesquisas em Ensino de Ciências, refletindo principalmente sobre como se estabelece o cenário de pesquisa com temas como o Ensino de Genética e o livro didático, no

próximo capítulo buscaremos realizar algumas reflexões acerca desses temas no que diz respeito as políticas que envolvem o livro didático, seu histórico e consolidação, seus aspectos ideológicos, bem como refletiremos sobre os limites, possibilidades e desafios do Ensino de Genética, de forma a delimitar nosso referente: os discursos de Genética Moderna.

### **Capítulo 3 – Os discursos de Genética e os livros didáticos de Biologia**

Conforme apontamos, em nossa pesquisa olharemos para o livro didático de Biologia, mais especificamente para os discursos contemporâneos de/sobre Genética nele presentes. Sabendo que esta área de conhecimento trata de temas socialmente relevantes, algumas perguntas podem nos ajudar a refletir: De que *forma* estão sendo abordados os discursos de/sobre genética nos livros didáticos? Quais as influências da relação forma/conteúdo no livro didático na produção de possíveis efeitos de sentido sobre Genética Moderna? Pensando nas Condições de Produção em sentido amplo, também podemos nos perguntar: como se constitui o livro didático? Que políticas o envolvem? Apesar de não ser de nossa pretensão respondê-las de modo categórico, essas questões inspiram as reflexões realizadas nessa próxima seção, onde, em um diálogo com alguns autores, discutiremos sobre as condições de produção do livro didático e os discursos de/sobre genética e de Ensino de Genética.

#### **3.1 – Sobre o livro didático: alguns diálogos**

Os estudos sobre livros didáticos são de suma importância para o atual contexto educacional, tendo em vista sua ampla distribuição no país, o que torna as explicações sobre o tema abrangentes e longe de serem esgotadas. Tal importância é reconhecida por alguns autores, tais como Coracini, (1999), Megid-Neto e Fracalanza (2003), Xavier, Freire e Moraes (2006), Martins (2006), Silvério e Maestrelli (2010), Goldbach e Bedor (2011) e Brão e Lapenta (2011), que apontam que estes são recursos didáticos privilegiados por professores e alunos, além de serem usualmente norteadores de planejamentos curriculares, da organização dos conteúdos e de atividades em sala de aula. Conforme aponta Martins, há vários fatores que apontam para tal atribuição de grande importância ao livro didático, pois:

A indiscutível importância do livro didático no cenário da educação pode ser compreendida em termos históricos, através da relação entre este material educativo e as práticas constitutivas da escola e do ensino escolar. Esta importância é atestada, entre outros fatores, 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, 2006, p. 12)

Além disso, os livros didáticos tornam-se importantes também devido à política governamental de avaliação que vem se afirmando na última década: o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) (GOLDBACH; BEDOR, 2011). Conforme apontam Megid-Neto e Fracalanza (2003), programas de melhoria da qualidade e distribuição do livro didático para estudantes de escolas públicas ocorrem desde a década de 1930. Porém, apesar da distribuição dos livros didáticos ocorrerem desde 1938, em uma perspectiva assistencialista que perdurou anos, na década de 1990 a criação do PNLD tornou esta distribuição uma política de Estado (GRAMOWSKI; DELIZOICOV; MAESTRELLI, 2015). Sendo o maior programa mundial de distribuição gratuita de livros didáticos das várias disciplinas curriculares, o PNLD surge em 1985, pelo Decreto nº 91.542, com o objetivo de promover à aquisição e distribuição de livros didáticos as escolas públicas (SOARES; SOUZA, 2011). De acordo com Nascimento e Martins (2005), com a reformulação das políticas do programa, a partir de 1995 os livros didáticos passaram a ser avaliados de forma a promover a melhoria de sua qualidade. As primeiras avaliações iniciaram-se em 1997, no primeiro ciclo do ensino básico (1ª a 4ª série), sendo estendida em 1999 para livros didáticos de 5ª a 8ª série (atualmente denominados 6º e 9º ano). Os critérios de avaliação inicialmente propostos pautavam-

se na correção de conceitos e informações básicas, na pertinência metodológica e na contribuição para a construção da cidadania.

Como resultado de avaliação do material, surge em 1997 o primeiro Guia Nacional do Livro Didático (SOARES; SOUZA, 2011). A versão atual desse Guia pode ser utilizado por professores na escolha dos livros didáticos, que serão comprados pelo FNDE (Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação) e depois distribuídos aos alunos de suas respectivas escolas. Em 2002, em uma nova edição do PNLD, conforme apontam Nascimento e Martins (2005), foram acrescentados outros critérios de avaliação dos livros didáticos, como a inscrição de uma única versão ou variante de uma obra, ausência de erros de impressão e revisão, adequada reformulação pedagógica das obras excluídas no PNLD/99 e a articulação pedagógica dos volumes que integram uma coleção didática. O PNLD pode ser considerado um marco histórico na educação brasileira, pois instâncias oficiais passaram a reconhecer o papel do livro didático no ensino e a necessidade de melhorar sua qualidade. Com a avaliação dos livros didáticos, este programa proporciona uma seleção de conteúdos e metodologias, e proporcionou também uma série de mudanças, tais como a indicação do livro didático pelos professores, a reutilização de livros (que outrora era descartáveis) e o aperfeiçoamento das especificações técnicas para a sua produção (GRAMOWSKI; DELIZOICOV; MAESTRELLI, 2015).

Influenciado por políticas do PNLD, voltando-se para avaliação de livros didáticos do Ensino Médio, constitui-se o Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio (PNLDEM). Convidando diferentes universidades do Brasil para coordenar a avaliação das disciplinas específicas, e com equipes constituídas por professores universitários e de Ensino Médio, o Ministério da Educação (MEC) realizou em 2005 a avaliação dos livros didáticos de Biologia (EL-HANI; ROQUE; ROCHA, 2011). Assim iniciaram-se as ações de avaliação dos livros didáticos do Ensino Médio, que de acordo com Xavier, Freire e Moraes (2006):

O atual Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio (PNLEM), instituído em 2003, estabelece que, de acordo com o Fundo Nacional

Desenvolvimento Escolar (FNDE, 2001), os livros didáticos devem seguir os seguintes pressupostos: adequação de sua proposta didático-pedagógica em relação à situação de ensino-aprendizagem e aos objetivos visados; correção das informações, conceitos e procedimentos que integram e dão forma a essa proposta; sintonia com a legislação e os demais instrumentos oficiais que regulamentam e orientam a educação nacional, como as diretrizes, os parâmetros e os referenciais curriculares (XAVIER; FREIRE; MORAES, 2006, p.276).

Porém, pensando em contextos escolares, apesar da clara importância/relevância do livro didático para professores e alunos, e das políticas públicas envolvidas em sua elaboração e distribuição, este recurso não pode ser a única fonte nas práticas educativas (GOLDBACH; BEDOR, 2011). Também não pode simplesmente servir para preencher *déficits* de aprendizagem, nem mesmo deveria ser considerado como a resolução dos problemas gerados por más políticas que envolvam a formação de professores. No entanto, como apontam Silva e Carvalho (2004), o livro didático é utilizado por professores na orientação de sua aula e pelos alunos para a realização de tarefas, tornando-se o roteiro principal e/ou exclusivo do processo de ensino-aprendizagem na escola ou nas tarefas escolares realizadas em casa e também apresentando-se como fundamental na construção do currículo escolar.

Além disso, conforme aponta Giraldi (2005), ao explicitar algumas problemáticas envolvidas na elaboração dos livros didáticos, a institucionalização deste recurso, por meio de programas como o PNLD, legitima-o como ferramenta importante dos processos de ensino escolar. O fato do MEC exigir que o livro didático deve ser claro, sem equívocos ou ambiguidades, acaba por ter como base a ideia de que a linguagem é transparente, e conforme Orlandi (2001) aponta, a falha, o equívoco e a polissemia são próprios da linguagem. Por outro lado, é necessário reconhecer também que este não é apenas uma questão relacionada a linguagem. Esta é também uma questão de ordem epistemológica, pois ao mesmo tempo em que esta questão trata-se da construção de

discursos autoritários de/sobre Ciência, também retrata a própria construção do conhecimento científico dentro das Ciências Biológicas. Isso porque na Biologia há uma série de conhecimentos que são controversos e polêmicos, como aponta Ramos e Silva (2007) ao falarem sobre as controvérsias científicas. Nesse sentido, reconhecendo que o estabelecimento de um conhecimento científico depende, principalmente, de sua aceitação perante a comunidade científica em um determinado período histórico, e que nem sempre esta comunidade possui um consenso sobre isto, as controvérsias científicas caracterizam-se pela disputa persistente sobre um determinado assunto.

Além disso, nesse contexto, o livro didático não apenas é produzido com intuítos pedagógicos, mas também possuem finalidades comerciais (financeiras). Conforme aponta Giraldi (2005), as várias reedições dos livros didáticos são realizadas de forma que ele permaneça com poucas alterações em tanto nos temas abordados, quanto na forma como são apresentados, não incorporando questões sociais, culturais e relacionadas a produção científica (o que se produziu e o que se tem produzido nas pesquisas). Não obstante, “a escolha pelos produtores desses livros daquilo que será incluído ou excluído de suas obras acaba por determinar os entendimentos sobre ciência que serão construídos em sala de aula” (p. 37). Com isso, o livro didático acaba por ser um meio não apenas político e financeiro, como também ideológico e formador de opiniões. Nesse contexto mercadológico, comumente utiliza-se a voz de especialistas ou indicações de que o material está de acordo com propostas nacionais como os PCN ou o PNLD (CORACINI, 1999; GIRALDI, 2005). Essa linguagem de autoridade marca-se ainda pela linguagem do livro didático, que se trata de um intertexto (formado por outros textos), onde o autor não explicita citações e apresenta ideias que aparentam ser consensuais dentro da comunidade científica (mas que nem sempre o são), como se fossem verdades inquestionáveis.

Outros trabalhos, tais como o de Goldbach e Bedor (2011); Xavier, Freire e Moraes (2006) e Goldbach et al. (2009), apontam como um dos principais problemas dos livros didáticos a ausência de temas essenciais para a aquisição de informações sobre os rápidos avanços da Biologia. Como dito, utilizamos como definição básica de nossas reflexões sobre os recentes avanços decorridos na Biologia,

principalmente no que tange à Biologia Molecular e a Biotecnologia, um dos termos utilizados por Xavier, Freire e Moraes (2006): Biologia Moderna (ou Genética Moderna). Com esses olhares, partimos do princípio de que se faz necessária a discussão de questões socialmente relevantes (NASCIMENTO; ALVETTI, 2006), devido às reverberações de discursos científico-técnicos, dado que a sociedade passou a discutir várias questões éticas e morais (sobre temas como clonagem, o uso de tecnologias associadas a engenharia genética – tal como a produção de transgênicos, e as pesquisas com células-tronco) que estão na interface entre ciência e sociedade, ou as chamadas questões sócio científicas (GUIMARÃES; CARVALHO; OLIVEIRA, 2010). Na próxima seção, explicitaremos maiores aspectos acerca das questões citadas.

Outro problema relatado por alguns autores é a falta de contextualização da ciência nos livros didáticos, negligenciando aspectos históricos de sua construção. Trata-se da necessidade, apontada por autores como Scheid e Ferrari (2006) e Silvério e Maestrelli (2010), da utilização da História da Ciência para compreender de forma crítica como ocorreu a construção dos conhecimentos existentes. Em seu trabalho, Silvério e Maestrelli (2010) apontam que os conhecimentos científicos no ensino de Biologia e Ciências são retratados de forma linear e dogmatizada. Assim, nos livros didáticos é comum apresentar-se uma visão positivista de ciência, em que o cientista é visto como um ser iluminado, que realiza descobertas em momentos de “*eureka*” (FRENCH, 2009), desconsiderando todo o contexto de formulação da Ciência, onde existem várias teorias, anteriores a um novo paradigma. Em outras palavras, desconsidera-se que a ciência é histórica e coletiva. Conforme apontam Teixeira e Megid-Neto (2011), em seu trabalho do tipo “Estado da Arte”, em que realizam levantamento de trabalhos da área:

Os documentos relacionados à ‘História da Ciência’ e ‘Filosofia ou Epistemologia da Ciência’, em geral, criticam a visão de ciência assentada em bases positivistas e empiristas, discutindo a necessidade de adoção de enfoques de ensino que levem em consideração aspectos

históricos e filosóficos da Ciência. Defendem a construção, pelos alunos e/ou professores, de uma imagem mais crítica da Ciência, como produção humana e sócio-político-culturalmente determinada, superando visões simplistas e ingênuas da dinâmica científica; argumentam que é preciso compreender o processo de construção da ciência, sujeita a inúmeros interesses e conflitos que marcam sócio-historicamente essa atividade. (p. 287)

Nesse sentido, trabalhar aspectos da História da Ciência torna-se fundamental de forma a ir de encontro com uma visão positivista de Ciência, que impõe uma racionalidade técnica, onde os professores se colocam como detentores de verdades a serem transmitidas (SCHEID; FERRARI, 2006). Com um pensamento pautado na História da Ciência, pode-se “contribuir para a formação de uma visão mais adequada acerca da construção do pensamento científico, das contribuições dos cientistas e da própria prática científica”, pois isto “permite que se conheça o processo de formação de conceitos, teorias, modelos, etc.” (MARTINS; BRITO, p. 245). Isso se torna muito importante para o Ensino de Genética, pois como relata Scheid e Ferrari (2006) um dos seus maiores problemas encontra-se justamente na veiculação de uma visão de Ciência como verdade inquestionável. No entanto, mesmo com tais problemas a respeito dessa importante área do conhecimento, tal como é apontado por Silva, Pereira e Bizzo (2014), são raras as publicações acadêmicas que se utilizam da História da Ciência como elemento para o Ensino de Genética.

A visão de ciência não apenas é ensinada de forma determinista (como é apontado em trabalhos sobre o ensino de Ciências) nas escolas, como também é colocada como detentora de verdades inquestionáveis, como se os cientistas não cometessem erros. Tal posicionamento de neutralidade e objetividade da ciência é transmitido pelo professor em sala de aula, onde este adota um posicionamento de detentor do conhecimento absoluto, que não proporciona uma prática que demonstre um ensino horizontal, em que professor e aluno podem construir conhecimentos juntos, tal como é defendido por vertentes

construtivistas, tal como as obras de Paulo Freire. No livro *Pedagogia do Oprimido* (1987), Freire entende que “*o diálogo se faz uma relação horizontal, em que a confiança de um pólo no outro é consequência óbvia*” e para o autor “*inexiste esta confiança na antidialógica da concepção bancária de educação*” (p. 46). Em outras palavras, em uma relação dialógica, o aluno não é considerado um mero receptor de informações. Esse modelo de ensino, onde prevalece um caráter de verdade, é apontado por autores como Freitag, Motta e Costa (1987) e Giraldi (2005) como uma das influências do livro didático no processo de ensino-aprendizagem. Nesse sentido, Freitag, Motta e Costa, em trabalho publicado no final dos anos 1980, apontam que:

O livro didático não funciona em sala de aula como um instrumento auxiliar para conduzir o processo de ensino e transmissão do conhecimento, mas como o modelo-padrão, a autoridade absoluta, o critério último de verdade. Neste sentido, os livros parecem estar modelando os professores. O conteúdo ideológico do livro é absorvido pelo professor e repassado ao aluno de forma acrítica e não distanciada. (FREITAG; MOTTA; COSTA, 1987, p.93)

Nesse sentido, não é de hoje que o livro didático se apresenta como a autoridade a ser seguida e tal como aponta Giraldi (2005) a leitura do professor encontra-se muitas vezes atrelada ao livro. Por outro lado, conforme apontam Megid-Neto e Fracalanza (2003) há mudanças nesse quadro, no sentido de que cada vez mais professores têm se recusado a adotar fielmente os manuais didáticos colocados no mercado, fazendo adaptações pedagógicas e moldando a sua realidade escolar. No entanto, apesar dessas mudanças favoráveis, em seu trabalho pedagógico o professor muitas vezes não permite outras interpretações além daquelas por ele estabelecidas. E como aponta Giraldi (2010) isso se deve também a formação do professor, que possuem em sua memória discursiva uma compreensão de Ciência atrelada a sua formação inicial, que muitas vezes possui uma linguagem de caráter cienticista mesmo sendo um curso de licenciatura. Nesse sentido, Giraldi (2010) aponta

que há um apagamento das posições de sujeito Biólogo e sujeito educador, e essas duas posições se confundem na formação inicial e na formação escolar, fazendo com que temas importantes como História da Ciência ou aspectos sociais não sejam vistos como conteúdos escolares. É necessário apontar ainda que a natureza do conhecimento científico é diferente do conhecimento escolar. Apesar do conhecimento escolar ter como uma de suas bases o conhecimento científico, este não está atrelado apenas a Ciência, mas a vários fatores éticos, sociais, políticos, ideológicos, etc.

Sobre essa questão Giraldi (2005) aponta que na sala de aula o professor realiza uma leitura considerada como ideal e interpreta para o aluno, como se este fosse apenas um mero receptor passivo no processo de significação. Essa interpretação do professor geralmente está atrelada ao livro didático, considerado uma autoridade. Há uma naturalização do papel do livro didático na escola, atribuindo-lhe a função de apresentar conhecimentos considerados “estáveis” dentre da comunidade científica. Segundo Coracini (1999), o professor, ao adotar o livro didático de forma acrítica, concede a ele a autoridade de comandar o processo de ensino. É como se a voz do autor fosse a própria ciência, que detém a verdade e o único sentido possível. No entanto, sabemos que, apesar de não abrirem-se espaços para outras formas de interpretação, o interlocutor poderá produzir diferentes (efeitos de) sentidos, de acordo com as condições de produção em que estão inseridos, com suas histórias de vida, dentre outros fatores.

Por possibilitar leituras que se aproximam de uma perspectiva positivista, dentre vários outros problemas, o livro didático, muitas vezes, é criticado. Apesar das duras críticas, é importante considerar que este material evoluiu ao longo das últimas décadas, com ajustes e melhorias no que diz respeito aos conteúdos e às abordagens de ensino. Como apontamos, houve um aumento no rigor da avaliação realizada pelo PNLD e várias pesquisas têm contribuído em busca de sua melhoria. Em seu trabalho, Brão e Lapenta (2011) apontam que os conteúdos de “Genética Quantitativa<sup>6</sup>” dos livros didáticos passaram por

---

<sup>6</sup> Genética Quantitativa é a parte da Genética que se interessa por heranças em que existe mais de um gene que determina uma dada característica, podendo estes genes interagir entre si de forma a influenciar mutuamente as suas

significativas atualizações. Porém, apesar das melhorias, que tornaram o livro didático um material com conteúdos claros e bem delineados para um acadêmico, ainda não o é suficientemente contextualizado para a compreensão de outras realidades, como as heterogêneas situações de alunos do Ensino Médio. Além disso, Brão e Lapenta (2011) dizem que o livro didático passa por uma dualidade de valores, sendo muitas vezes visto apenas como um objeto a ser carregado pelos alunos, ao mesmo tempo em que são exigidos por seus pais. Nesse contexto, há dois posicionamentos sobre o livro didático: aquele que condena seu uso excessivo, e aquele que condena o seu não uso em sala de aula. Em nosso posicionamento, acreditamos que o livro didático deve ser utilizado, mas de forma a ser um, dentre os vários recursos didáticos possíveis, sendo utilizado em contextos de criticidade.

Nesse sentido, acreditamos que o livro didático deve ser visto como um produto de práticas sociais, e por isso tal como denomina Martins (2006) este trata-se de um artefato cultural que possui textos que são atravessador por diversas formações discursivas, de forma a materializar o discursos sobre ciência na escola e mediar as interações entre sujeitos (autores e leitores, implícitos e empíricos). Conforme aponta Martins (2006):

O livro didático é um artefato cultural, isto é, suas condições sociais de produção, circulação e recepção estão definidas com referência a práticas sociais estabelecidas na sociedade. Enquanto tal, ele possui uma história que não está desvinculada da própria história do ensino escolar, do aperfeiçoamento das tecnologias de produção gráfica e dos padrões mais gerais de comunicação na sociedade. (MARTINS, 2006, p.18)

Mesmo com um olhar otimista em relação às mudanças que ocorreram ao longo das condições de produção históricas dos livros

---

atividades. Como exemplos de casos como este podemos citar a cor das sementes de trigo, a cor da pele, olhos e cabelos no ser humano e o peso (massa) de vários seres vivos (BRÃO; LAPENTA, 2011).

didáticos, estes recursos didático-pedagógicos ainda demandam melhorias. Mais do que apenas identificar erros conceituais no livro didático, é necessário elaborar reflexões sobre as relações entre esses recursos didáticos e diferentes dimensões que abrangem o Ensino de Ciências, como questões que concernem a linguagem, ao ensino, ao currículo, as avaliações, a formação de professores, dentre outras questões que estão em pauta nas discussões sobre educação (NASCIMENTO, 2006). É importante considerar ainda que programas com a finalidade de qualificar este material, como o é o caso do PNLN, são muito recentes. A legalização e incentivo de produção dos livros didáticos iniciam-se em 1929, quando o Estado brasileiro criou o Instituto Nacional do Livro e a Comissão Nacional do Livro Didático (CNLD) e as políticas desses órgãos governamentais, extremamente impositivas, pautavam-se no controle pelo Estado de toda produção, importação e escolha/utilização do livro didático (SOARES; SOUZA, 2011), perdurando por muitos anos. Em outras palavras, visões mais democráticas sobre/do livro didático ainda estão em vias de consolidação. Sobretudo, é necessário compreender a produção dos livros didáticos como reflexos de escolhas, feitas ao longo da história, nos currículos. Podemos entendê-lo como um recurso que se desenvolveu em um contexto histórico, no qual as políticas educacionais influenciaram sua produção e organização. Em outras palavras, os vários problemas atribuídos ao livro didático não são de uma casualidade simplista, pois são históricos, e demandam análises profundas.

É necessário compreender também que o livro didático é difusor de ideologias (SILVA; CARVALHO, 2004). Em seu trabalho, Silva e Carvalho (2004) apontam que, diante dos avanços científicos e tecnológicos e da configuração atual da sociedade, o livro didático ao invés de ser utilizado como instrumento para o desenvolvimento de autonomia, senso crítico e contra-hegemônico, torna-se apenas um roteiro principal a ser seguido. Os autores concebem então dois modos pelos quais o livro didático pode ser usado: 1) Como instrumento que pode favorecer a conscientização de múltiplas culturas componentes da realidade social; 2) como instrumento de manutenção de preconceitos, que fortalece valores culturais predominantes, silenciando outras culturas e realidades. É sobre esse segundo viés que desejamos pensar

ao utilizar da AD. Entendendo o currículo como uma construção sócio-histórico-ideológica, por idealizar-se no entremeio das relações humanas, em relações de poder que permitem sua legitimação (SILVA, 2002 apud SILVA; CARVALHO, 2004), analisaremos o livro didático de acordo com suas Condições de Produção e as ideologias que o atravessam enquanto material que possui discursos hegemônicos.

Cabe ressaltar ainda que, apesar dos problemas apresentados em relação ao livro didático, este possui melhorias significativas, pois tal como apontam Goldbach e Bedor (2011), atualmente há tentativas de aproximação dos alunos com temas considerados relevantes para o Ensino de Biologia. Se o livro didático ainda não contempla todos os aspectos críticos que as pesquisas da área apontam serem necessários, observa-se a inserção de alguns temas que se aproximam do aluno e do mundo que o cerca. Observaremos maiores detalhes sobre essas questões em nossas análises. Na próxima seção, discutiremos alguns aspectos sobre os discursos de Genética, nosso referente e que será foco de nossas análises.

### **3.2 – Discurso, ciência e contemporaneidade: outras compreensões sobre Genética**

Desde a década de 1950, com as conclusões de Watson e Crick sobre a conformação das moléculas de DNA em uma estrutura de dupla hélice, a Biologia Molecular se desenvolveu e trouxe um cenário repleto de novas tecnologias, como a transgênese, a genômica, a clonagem (MOTOKANE; VALLE, 2005), os tratamentos com células-tronco, dentre outras inovações. Observa-se então nos últimos anos uma crescente expansão do conhecimento científico, que impõe às disciplinas escolares de Biologia e Ciências, principalmente na área da Genética Molecular, um constante desafio e a grande responsabilidade de:

(...) promover um ensino atual, dinâmico e que garanta o domínio de terminados conteúdos, necessários para a compreensão do mundo atual,

já que as novas informações produzidas por pesquisas na área de Biotecnologia provocam alterações no espaço e no contexto escolar, na paisagem e nas relações humanas (BONZANINI; BASTOS, 2011, p.2).

Como apontamos na seção anterior, temas relacionados a Biotecnologia e a Biologia Molecular são alguns dos assuntos considerados socialmente relevantes (NASCIMENTO; ALVETTI, 2006) e que são amplamente discutidos na sociedade atual, estando presente em mídias (como telejornais, livros, revistas, internet – em blogs, *web sites* e redes sociais – dentre outros), nos debates políticos, científicos, econômicos, sobre saúde pública e em várias discussões em outras esferas sociais. Não obstante faz-se necessário discutir tais temas também na escola, pois são questões que envolvem a Biologia Molecular e a Biotecnologia podem influenciar direta ou indiretamente a vida dos cidadãos, tornando-se importante a democratização de tais conhecimentos para possibilitar a tomada de decisões frente às questões científicas e tecnológicas presentes no cotidiano do sujeito.

Em sua pesquisa de mestrado, Ramos (2006) nos relata uma das formas de circulação da ciência, ao pesquisar sobre como a ciência e a tecnologia (C&T), mais especificamente temas referentes à Genética e à Biotecnologia, são retratadas em um dos telejornais de maior prestígio do país. Em suas análises, conclui que são difundidas visões utilitaristas da C&T e um modelo linear de seu desenvolvimento. Conforme aponta Auler e Delizoicov (2001) é como se houvesse uma visão de que quanto mais ciência, mais tecnologia, melhorando assim a economia, que por consequência proporciona uma maior bem-estar social. Nessa perspectiva, Auler e Delizoicov apontam uma visão tecnocrática, onde não há espaço para a tomada de decisões democraticamente, existindo uma ideia linear de progresso da Ciência, embasadas em ideias como superioridade do modelo de decisões tecnocráticas (onde não há decisões democráticas, ficando estas a cargo de especialistas), perspectiva salvacionista da C&T (a ideia de que a C&T podem solucionar todos os problemas da humanidade) e determinismo tecnológico (a ideia de que toda tecnologia leva ao progresso). Nesse

sentido, conforme aponta Ramos (2006), às decisões sobre questões científicas importantes na atualidade, tal como são os temas que envolvem a Biotecnologia, parecem distantes da população. Não somente isso, mas as formas pelas quais a população toma conhecimento desses conhecimentos, ou seja, os meios de divulgação da ciência (como TV, revistas, dentre outros) apresentam de forma pouco sistematizada o conhecimento científico, e portanto é papel da escola trazer questões sobre as questões científicas e tecnológicas atuais para que se possam discutir seus amplos aspectos políticos, econômicos, morais e éticos, de forma a possibilitar a participação e tomada de decisões dos cidadãos frente a essas questões.

No entanto, como apontamos no capítulo 1, proporcionar um ensino atual não significa ensinar o novo (MOTOKANE; VALE, 2005). Ensinar questões referentes à Biologia Moderna, sem a contextualização necessária, poderá não garantir um aprendizado crítico, que permita ao aluno refletir sobre a sociedade que o rodeia. Conforme apontam Nascimento e Alvetti (2006), a ciência precisa ser encarada como um produto cultural, que é determinado social e historicamente, e que, além disso, determina novas relações sociais, relações estas que decorrem entre pessoas que compartilham de uma mesma cultura. Nesse enfoque, o conteúdo, que normalmente é visto como um produto da ciência, deixa de ser o foco. Podemos dizer então que outros conteúdos, pertinentes às realidades, emergem concorrentemente ao ensino de questões puramente científicas, pois a ciência é construída em uma relação de alteridade, em que sujeitos históricos desenvolveram-na mediante as condições de produção diversas ao longo de séculos. A ciência, portanto, não é o fim, mas um meio para compreender o mundo que nos cerca.

Diante disso, tal como apontado no trabalho de Montalvão-Neto, Miguel e Giraldi (2015), não somos contra um ensino que se embase em conhecimentos tradicionalmente privilegiados, pois reconhecemos a importância do “historicamente consolidado” e suas influências nas construções sociais. Apenas apontamos que o ensino de conhecimentos consolidados há muitos anos na comunidade científica não podem silenciar outros temas importantes da atualidade. Assim, o grande espaço dedicado ao ensino da Genética e Física Clássica, por exemplo, não pode suprimir questões importantes da Biologia e da

Física que permitam a tomada de decisões e a autonomia. No empasse entre o “novo” e o “consolidado”, Nascimento e Alvetti (2006) nos dizem sobre a Física e a Biologia Clássica que:

No mundo contemporâneo esses conhecimentos, quando contextualizados socialmente, tornam-se importantes tanto para a inserção do cidadão no mercado de trabalho quanto para uma melhor compreensão dos fenômenos da natureza bem como dos artefatos tecnológicos que estão à sua volta. A isso também se acrescenta o fato de que a Ciência esteve e está presente em decisões socialmente significativas, legitimando discursos. Se não temos esses conhecimentos, no mínimo como ferramenta para negociações, não podemos sequer questionar ou nos posicionar acerca de importantes decisões que nos envolvem. Exatamente por isso os conhecimentos científicos modernos e contemporâneos não podem ficar de fora do escopo escolar (NASCIMENTO; ALVETTI, 2006, p.29).

Nesse sentido, propomos aqui analisar os discursos contemporâneos de/sobre ciência, mais especificamente sobre a Genética. É importante compreender a ciência, não como um mero conteúdo advindo de uma transposição didática das “áreas duras” (Biologia, Química e Física). Entendemos que a ciência é constituída por uma série de discursos historicamente estabilizados e constituídos na interação entre sujeitos. É a partir dessa interação entre sujeitos com os diversos sentidos que circulam socialmente que são produzidos os (efeitos de) sentidos.

Mas seria a ciência um conteúdo ou um corpo de conhecimentos? Apesar do livro didático abordar a ciência apenas como um conteúdo escolar, ela é muito mais complexa do que isso. Conforme aponta Araújo (2006), a ciência e o conhecimento científico são definidos de várias formas diferentes. No entanto, apesar dos diferentes modos pelo qual a ciência é conceituada, sabemos que esta é caracterizada por métodos, discursos e saberes próprios, diferenciando-

se de outros conhecimentos tal como os do senso comum. Os discurso científico, por exemplo, não é formado apenas pelas teorias e conceitos científicos, mas por vários saberes políticos, administrativos, culturais, literários, artísticos, etc. Tal como aponta Foucault, há então um conjunto de saberes (um corpo de conhecimentos), que possuem suporte institucional e são reforçados por práticas sociais. Em outras palavras, a ciência considerada um produto do desenvolvimento histórico e social dos processos de produção do conhecimento (ARAÚJO, 2006).

Além disso, conforme aponta Orlandi (2004) no livro “Cidade dos sentidos:

Todo dizer é um gesto político, porque toda significação tem uma direção, divide. Quando pensamos o discurso científico, estamos tratando do lugar social do sujeito relativamente ao modo como ele significa nessa relação com o conhecimento. Falar em ciência, então, já que ciência, tecnologia e administração (governo) se sobredeterminam, necessariamente, é um gesto político por excelência com consequências sociais muito relevantes (p. 129).

Dessa forma, o processo discursivo apontado por Orlandi (2001; 2004) apresenta-se em um processo de constituição, formulação e circulação dos sentidos construídos sobre Ciência. Nesse processo onde essas três etapas são indissociáveis, a ciência e a tecnologia, por serem um produto e também produtores da interação humana, estão ligadas ao político ou mais precisamente ao Estado. É nessa interação entre o social, o político, o histórico e o ideológico, que a relação entre sujeitos constitui os discursos científicos que conformam as várias áreas do conhecimento.

Tão relacionado, e carregado de aspectos ideológicos, está o livro didático. Se a ciência é uma produção de relação histórica entre sujeitos, o livro didático traz consigo múltiplos discursos e formações discursivas que advêm dessas interações sócio-histórico-culturais. E dentre os discursos com maior influência na atualidade no ensino de

Biologia, e conseqüentemente amplamente presentes nos livros didáticos, estão os discursos advindos do campo da Genética. Nosso enfoque não é precisamente pensar em conteúdos, mas nos discursos que compõem o que se chama por conteúdo de Genética. No entanto, antes de adentrar nas especificidades discursivas, vamos pensar acerca de alguns problemas, apontados por alguns autores, sobre o ensino dos conteúdos de Genética.

### **3.2.1 – Como estão sendo abordados os conteúdos de genética? Um diálogo com autores**

Não são apenas os livros didáticos que possuem problemas conceituais e metodológicos (BRÃO; LAPENTA, 2011). No ensino de genética também ocorre. Em seu trabalho, Goldbach e Bedor (2011) apontam que a temática “Genética e temas afins” possui profundos problemas diagnosticados no processo de ensino-aprendizagem. Por exemplo, Scheid e Ferrari (2006), também citadas por Oliveira, Silva e Zanetti (2011), apontam que muitos trabalhos acadêmicos, que tiveram como objetivo analisar/levantar a relação entre conhecimentos e a compreensão de jovens estudantes sobre temas de Genética e questões tecnológicas relacionadas, têm resultados alarmantes, apontando que os estudantes saem do Ensino Médio sem compreender adequadamente questões básicas, como, por exemplo, a relação gene/cromossomo ou mesmo conceitos de mitose e meiose. Apesar dos conteúdos de genética serem incluídos de forma muito rápida aos currículos do Ensino Médio, os alunos possuem grandes dificuldades com as terminologias e conceitos, devido aos processos de ensino descontextualizados. Isso nos leva a questionar: quais temas, enfoques, conteúdos são relevantes nesse nível de ensino?

Outro problema, apontado por Xavier, Freire e Moraes (2006) diz respeito à desatualização dos livros didáticos frente aos conhecimentos da Nova Biologia. Não obstante, conforme é apontado por Nascimento e Martins (2005), “a mídia disponibiliza de forma assistemática, com muita agilidade e rapidez, informações sobre os

diversos campos de atividade humana” (p.263), sendo que essas informações nem sempre são credíveis ou fidedignas. Nesse sentido, enquanto a mídia divulga rapidamente as inovações tecnológicas para a população não-acadêmica, estas informações são trabalhadas de forma sistematizada pela escola com muita lentidão. Contudo, as abordagens realizadas pelas mídias podem também servir como uma primeira fonte para discutir e caracterizar o conhecimento científico e suas aplicações (SILVÉRIO; MAESTRELLI, 2010), um primeiro contato do público leigo, que tem dificuldades de compreensão e acesso a essas informações. Todavia, como Silvério e Maestrelli (2010) apontam, faz-se necessário que a escola capacite os estudantes para compreender aspectos da legitimação e aplicação desses conhecimentos. Dessa forma, Sardinha, Fonseca e Goldbach (2009), buscaram-se modos de divulgar para a população informações que possam ser compreendidas e valorizadas, permitindo a:

(...) alfabetização científica, com os instrumentos da mídia e da divulgação científica exercendo papel complementar ao levantar questões polêmicas, apontar para a democratização do conhecimento e para a discussão dos caminhos da legislação e de desenvolvimento da sociedade (SARDINHA; FONSECA; GOLDBACH, 2009, p. 2).

Além da utilização de estratégias complementares de ensino, tal como a divulgação científica, também é fundamental que ocorram atualizações constantes dos currículos, formando cidadãos socialmente críticos que pensem sobre os problemas contemporâneos, além de mudanças e melhorias na formação inicial e continuada de professores (SARDINHA; FONSECA; GOLDBACH, 2009). A questão da atualização dos currículos escolares também é abordada por Teixeira e Megid-Neto (2011), e para os autores, tal qual coloca Zeichner (1998), é preciso uma efetiva troca entre o meio acadêmico e a educação básica, valorizando os saberes docentes, de forma que um possa contribuir para com o outro. Só assim será possível a superação dos problemas no

ensino de genética e a construção de um conhecimento escolar novo, no qual professores da escola básica, pesquisadores de universidades e sociedade se integram para mudar a realidade educacional na qual vivemos. Faz-se igualmente necessário a realização de efetivas políticas públicas, e dentre as várias possibilidades, Sardinha e seus colaboradores (2009) defendem uma provável necessidade de adequação dos PCNEM, que apontam diversas perspectivas para o ensino de Genética, porém, muitas vezes, utópicas ou pouco claras para uma adequada execução em sala de aula.

Não obstante, as dificuldades de ensino acerca de questões científicas da atualidade, e que levam a um ensino superficial sobre conteúdos relacionados a Genética, decorre não apenas de problemas relacionados aos currículos e aos meios de divulgação e circulação da ciência (livros didáticos ou mídias), mas também são relativos a problemas que envolvem a formação de professores. Como apontam Bonzanini e Bastos (2011), muitas vezes os temas referentes as novas tecnologias e descobertas científicas também são assuntos relativamente novos para os professores, que durante a sua formação inicial pouco ou quase tiveram abordagens sobre o mesmo. Assim, se os alunos possuem problemas referentes ao nível de abstração e complexidade dos conteúdos de Genética, soma-se a isso as dificuldades dos próprios professores, que buscam informações adicionais sobre técnicas e pesquisas atuais no campo da Genética em sites ou livros didáticos, o que pode propiciar concepções alternativas (BONZANINI; BASTOS, 2011).

Além dos problemas curriculares citados, de acordo com Sardinha et al. (2009), pesquisas sobre os conteúdos de “*Genética e temas afins*” no Ensino de Biologia apontam que este tema está fragmentado, tanto nos conteúdos que estão presentes nos três anos dos currículos do Ensino Médio, quanto nos livros didáticos, onde as unidades sobre genética estão desarticuladas, o que causa a fragmentação, desatualização e descontextualização dos conteúdos. Conforme é apontado por Oliveira, Silva e Zanetti (2011), pesquisas sobre Ensino de Genética tem apontado que o livro didático vêm abordando os temas de genética de maneira fragmentada, “dificultando assim o ensino sistêmico do conteúdo, e impossibilitando que os alunos

compreendam os fenômenos biológicos tais como eles são em sua complexidade” (p. 10). Além disso, Oliveira, Silva e Zanetti (2011) apontam que também foi identificada a ausência de descobertas recentes da Biologia Molecular nos livros didáticos, o que leva a um ensino descontextualizado. Nesse sentido, problemas como a fragmentação do ensino e seus desdobramentos dificultam o processo de ensino aprendizagem (GOLDBACH et al., 2009, GOLDBACH; BEDOR, 2011), e por isso torna-se importante pensar a respeito dessas questões, algo que segundo Goldbach e Bedor (2011) têm sido feito em pesquisas que buscam superar tais problemas (como pesquisas sobre atividades, jogos e recursos didáticos por exemplo), buscando um Ensino de Genética integrado, atualizado e contextualizado.

Tais problemas não são apresentados apenas pelos livros didáticos, mas o conhecimento biológico em si tem sido abordado de maneira fragmentada em cursos de graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas, onde disciplinas não estabelecem relações entre os diferentes conceitos biológicos e dificultam sua interpretação, tornando-se conhecimentos estanques (OLIVEIRA; SILVA; ZANETTI, 2011). Isso também ocorre no Ensino Fundamental e Ensino Médio, principalmente quando se trata de conceitos sobre Genética, um dos mais problemáticos por envolver não apenas outros conceitos relacionados a outras áreas da Biologia para a sua compreensão, como também em alguns momentos abrange questões de ordem social, econômica e ética, tal como apontam Oliveira, Silva e Zanetti (2011) ao citarem trabalhos que falam sobre tais perspectivas.

Mas a fragmentação seria de fato um problema para o livro didático? Não seria se as unidades não fossem tão pouco relacionadas entre si, com pouca ou nenhuma correlação que visse um entendimento integrado (GOLDBACH; BEDOR, 2011). O fator complicante está no fato de que tanto nos conteúdos do Ensino Médio, quanto nos livros didáticos há uma série de unidades sobre Genética que encontram-se dispersas e pouco articuladas, que dificulta articular temas importantes para o ensino (SARDINHA; FONSECA; GOLDBACH, 2009). Consequentemente, as lacunas de um ensino fragmentado pode levar a uma descontextualização do ensino, contextualização esta que é influenciada também pelo fato de que os alunos são desde muito cedo

constantemente bombardeados com informações sobre assuntos relacionados a Genética pelas mídias e outros meios de divulgação científica, formando ideias deterministas, sensacionalistas ou muito simplificadas sobre tais temas, e que precisam ser desconstruídos em sala de aula. Por fim, para um ensino contextualizado é preciso pensar que a atualização de currículos e conteúdos está ligada a própria formação inicial do docente (SARDINHA; FONSECA; GOLDBACH, 2009), pois como dissemos, muitas vezes este possui dificuldade em tratar esses temas já que não os conhece com certa profundidade.

No entanto, é necessário pensar que, não apenas os conteúdos são fragmentados, como a própria construção de conhecimentos se dá desse modo. Os conhecimentos são produzidos academicamente por especialistas. Não há uma conexão entre as pesquisas das ditas “áreas duras”, e o que concebemos como real na Biologia é uma visão naturalizada de uma Ciência que foi construída historicamente. Tendo a consciência de que o campo de pesquisa é dividido em várias áreas que, muitas vezes, não se comunicam (Fisiologia, Botânica, Genética, Zoologia, Anatomia, dentre outras), partimos da concepção de que há um grande desafio ao intencionar-se integrar esses conhecimentos, que refletem abordagens fragmentadas desde suas origens. Por outro lado, a constituição da Biologia enquanto Ciência e disciplina escolar se deu por meio da unificação de uma série de conteúdos advindos das Ciências Biológicas, sendo que a Biologia não apenas têm ligação com suas ciências de referência, como também inúmeros aspectos sociais marcam sua história (SELLES; FERREIRA, 2005). Por isso, mesmo reconhecendo que há uma fragmentação de origem, esta ciência que constitui-se em múltiplas bases, precisa ser compreendida de forma contextualizada, tal como seus conteúdos (como é o caso da Genética) e por se faz necessário minimizar a fragmentação do ensino, mas não de forma ingênua, pois isso precisa ser pensado e problematizado no processo de ensino.

Alguns autores, como Scheid e Ferrari (2006), Kovalski e Pansera-de-Araújo (2013), Silvério e Maestrelli (2010), Rosa e Loreto (2013), dentre outros, apontam que nas abordagens de ensino memorizadoras, presentes no ensino de genética, não há aprendizagem contextualizada. O aluno inicialmente memoriza o conceito de gene, o

conceito de cromossomo, as Leis de Mendel, as anomalias genéticas, as descobertas sobre a configuração da dupla hélice do DNA, até chegar, de forma muito superficial, aos conceitos de Genética Moderna (como clonagem, biotecnologia, projeto genoma humano, dentre outros), que se apresentam em alguns tópicos ou “caixas de texto”, descontextualizadas do restante do texto. Nascimento e Martins (2005) apontam que, uma das motivações para ocorrerem diálogos dos conteúdos da Biologia Moderna em “caixas de texto” refere-se à necessidade de levar aos livros didáticos assuntos retratados corriqueiramente pela mídia, em uma tentativa de contextualização a partir de apelos midiáticos. Observa-se uma forte tendência a inserir textos adaptados de jornais, revistas de divulgação científica e filmes, não como parte integrante dos textos, mas como meras curiosidades, o que não contribui para uma efetiva integração com os conteúdos curriculares.

O ensino descontextualizado possui raízes mais amplas. Não é possível analisá-lo apenas sob olhares superficiais, que responsabiliza/culpabiliza professores, livros didáticos ou alunos. Trata-se, como apontam Silvério e Maestrelli (2010), de uma perspectiva pedagógica hegemônica presente nas aulas, não só de Biologia, mas de várias outras áreas, onde tradicionalmente privilegia-se a forma como os conteúdos sempre foram transmitidos, sem questionamentos por parte de professores ou dos alunos daquilo que estão discutindo, ou seja, sem se perguntar o “por que”, “para que” ou mesmo “o que” está sendo abordado. Silvério e Maestrelli (2010) apontam que essa tendência reflete-se nos programas de ensino de Biologia, bem como em suas sequências didáticas, que herdaram uma aprendizagem que não está vinculada aos seus verdadeiros significados, sua história, ou às relações humanas. Essa perspectiva lembra-nos o conceito de Paulo Freire: a “*Educação Bancária*”. Nessa abordagem, o aluno é considerado um depósito de informações, em que, pela própria definição da palavra, é visto como um ser “sem luz”, que deve receber as informações transmitidas por seus professores. Em referência a Freire, Amado (2007) diz:

Em lugar de comunicar-se, o educador faz "comunicados" e depósitos que os educandos,

meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis, aí a concepção bancária da educação, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos e a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los. Na visão "bancária" da educação, o "saber" é uma doação dos que se julgam sábios aos que julgam nada saber. Doação que se funda numa das manifestações instrumentais da ideologia da opressão - a absolutização da ignorância, que constitui o que chamamos de alienação da ignorância, segundo a qual esta se encontra sempre no outro. (AMADO, 2007, p. 217)

Encontram-se, portanto, muitos desafios nas questões relativas ao ensino. Ao analisar o livro didático, outro ponto importante refere-se a como ocorre a transposição<sup>7</sup> do conhecimento científico nas aulas de genética, pois esse conhecimento passa por várias modificações na sua natureza para que possa ser apresentado de maneira didática e seja compreendido pelos estudantes, que não estão familiarizados com tais termos e, portanto, não possuem o mesmo entendimento e objetivos de um cientista (SILVÉRIO; MAESTRELLI, 2010). Tais mudanças devem ser realizadas com cuidado, de forma a não descaracterizar o conhecimento em causa. Sobre essa transposição, Silvério e Maestrelli apontam que:

Este processo, em si mesmo, já se encontra carregado de complexidade e intencionalidade, pois se submete às distintas normativas que as políticas educacionais preconizam para permitir sua apropriação pelos estudantes. Conceitos são elaborações resultantes de um processo histórico e

---

<sup>7</sup> A Transposição Didática, entendida na visão de Chevallard (1998), pode ser definida como um conhecimento do campo científico (saber sábio) que sofre transformações de forma a torna-se apto para o ensino (saber a ensinar). Podemos pensar no livro didático como um saber a ensinar, que passou por um processo de transposição didática.

carregam consigo as marcas dos inúmeros conflitos inerentes à sua construção. (p. 3)

Os autores apontam o papel da epistemologia na orientação e reflexão sobre a natureza e produção do conhecimento que se pretende ensinar, servindo ao próprio professor para a escolha dos materiais pedagógicos que este usará em sala de aula. Além disso, é necessário levar em conta que “quando o conhecimento científico adquire status de conteúdo escolar, precisa ser cognitivamente estruturado pelo aluno e deve permitir que ele substitua (incorpore outras formas de interpretação de mundo – grifos meus) continuamente as representações que tem de sua realidade e do mundo, a partir deste novo contexto” (SILVÉRIO; MAESTRELLI, 2010, p. 3).

Mediante os problemas expostos sobre o Ensino de Genética, se faz necessário pensar sobre o nosso referente. Como dito, nosso enfoque é a Genética Moderna, mais especificamente pensando em como seus discursos apresentam-se no livro didático. Em seu trabalho, Nascimento e Martins (2005) apontam que, apesar da importância dos livros didáticos, poucos estudos de forma mais abrangente ou sistemática têm sido realizados pela comunidade do ensino de ciências. As autoras ressaltam ainda que, dentre os poucos estudos publicados em periódicos e anais de encontros da área, a maioria concentram-se na análise de conteúdos e abordagens, referindo-se a questões conceituais ou a forma de apresentação, havendo poucos trabalhos que analisem de forma qualitativa e integradora os conteúdos dos livros didáticos. Diante disso, a proposta desse trabalho volta-se justamente à análise dos discursos de/sobre Genética Moderna nos livros didáticos, pensando não especificamente a respeito de qual conteúdo está disposto, nem mesmo a quantidade em que este é apresentado, mas na forma como os conteúdos (discursos) apresentam-se nos livros didáticos.

## **Capítulo 4 – Análise dos discursos de Genética no livro didático: Procedimentos teórico-metodológicos**

Após percorrermos alguns caminhos, onde delineamos nossos objetivos, entrelaçamos percursos e histórias que nos levaram a este trabalho, neste capítulo apresentaremos alguns constructos que embasarão as nossas análises, bem como delinearemos a construção do corpus de análise, de forma a apontar nossas escolhas, referencial teórico e opções de pesquisa. Para tanto, partimos do olhar produzido a partir da revisão bibliográfica, do diálogo com outros autores, da compreensão que produzimos sobre a importância do livro didático e os desafios do ensino de genética, e das bases de nosso referencial teórico. Buscaremos então, responder algumas das questões suscitadas ao decorrer do trabalho.

### **4.1) Procedimentos teórico-metodológicos para uma compreensão dos discursos de/sobre genética e seu ensino**

Considerando que nos últimos anos as questões que concernem à linguagem têm sido frequentes nas discussões e reflexões referentes ao Ensino de Ciências, neste trabalho gostaríamos de pensar um pouco sobre a constituição, consolidação e, em certa medida, sobre a fluidez relacionada a tal campo. Para isso, nos propomos trazer algumas questões levantadas por autores que pensam sobre relações sociopolíticas e históricas da linguagem, bem como dos discursos científicos. Como foi apontado no capítulo 2, a Educação em Ciências no Brasil têm se consolidado ao longo das últimas décadas. Desde o seu delineamento em meados dos anos 1970, principalmente pelo surgimento dos primeiros programas de pós-graduação, o Ensino de

Ciências vêm se expandindo e abrangendo diversas linhas temáticas, com as mais variadas perspectivas teóricas e metodológicas.

Dentre as várias perspectivas utilizadas para se pensar em novas compreensões de/sobre educação em ciências, a Análise do Discurso (AD) surge como uma possibilidade, sendo um aporte teórico-metodológico utilizado por pesquisadores da área de Educação em Ciências que inspirados em suas leituras têm trabalhado de forma a pensar a linguagem no Ensino de Ciências. Mais recentemente alguns grupos de pesquisa também vêm trabalhando para pensar a Educação CTS, como é o caso do grupo DICITE (Discursos da Ciência e da Tecnologia na Educação), o qual inaugurou uma ideia CTS em uma perspectiva discursiva (CASSIANI; VON LINSINGEN, 2010, CASSIANI; VON LINSINGEN; GIRALDI, 2011, CASSIANI; VON LINSINGEN; MONTALVÃO-NETO, 2015; dentre outros).

Embasando-nos nas perspectivas teórico-metodológicas da AD de linha francesa, principalmente nos constructos teóricos elaborados por Eni Orlandi e Michel Pêcheux, gostaríamos de realizar algumas reflexões sobre os discursos e as regularidades discursivas, relativos a um ramo da Biologia que se consolidou como um campo de conhecimento, a saber, a Genética. Para tanto, tal como a AD propõe, nossas análises serão ao mesmo tempo teóricas e analíticas, pois como aponta Orlandi (2001), a função do dispositivo teórico é justamente mediar o movimento entre descrição e análise.

Nesse sentido, nesse trabalho faremos uso de alguns constructos da AD francesa em nossas análises. Tendo em vista que o objetivo do trabalho é “investigar possíveis leituras acerca de temas relacionados a Genética Moderna, a partir de livros didáticos, tendo em vista algumas implicações para o Ensino de Biologia”, utilizaremos principalmente as noções de Condições de Produção, Formação Discursiva, relação forma/conteúdo, mecanismo de antecipação e silêncio, por acreditarmos que esses constructos nos ajudam a responder as questões de pesquisa. Em outras palavras, tendo em vista que analisaremos até que ponto (ou em que medida) e como os discursos de Genética Moderna se apresentam em uma coleção didática, acreditamos que se torna importante pensar então no que é dito, como é dito, quem diz e que implicações têm esse dizer. Nesse sentido, acreditamos que estes, dentre

os vários outros existentes na AD, são importantes (e não outros), pois nos ajudam a refletir sobre as regularidades discursivas e os possíveis efeitos de sentido que podem ser produzidos a partir desse texto didático.

Antes de delinear a construção do corpus de análise cabe-nos então explicitar algumas bases teóricas a respeito desses constructos que nos utilizaremos. Em primeiro lugar, é necessário compreender que a AD trabalha com um objeto próprio, o discurso, que é definido por Pêcheux como o “*efeito de sentidos entre locutores*” (ORLANDI, 2001, p. 11). É no discurso que a ideologia e a história se manifestam, que ocorre o encontro entre a história e o real. É também no discurso que ocorre a construção do sujeito (sócio-histórico e ideológico). Esses efeitos de sentido podem ser múltiplos, dependendo dos sujeitos envolvidos, das Condições de Produção, da Formação Discursiva e Ideológica em que se insere, dentre outros fatores. Na AD é importante ressaltar que a linguagem não é transparente, e não está separada do sujeito que fala e do momento histórico em que está inserido (CASSIANI; GIRALDI; VON LINSINGEN, 2012). O mesmo ocorre com o Ensino de Ciências, pois não é possível “acatar uma concepção de transparência da ciência como transcrição fiel da realidade, uma vez que a construção de conhecimentos é mediada pela linguagem” (GIRALDI, 2005, p. 14). Dessa forma, em nossas análises nos interessa refletir justamente sobre os discursos de neutralidade e objetividade científica, pois todo discurso por mais neutro que pareça é carregado de intenções.

Por exemplo, o autor do livro didático ao escrever o texto está escrevendo para um tipo de leitor que ele imagina ter (o aluno, o professor, etc.), e se dirige a ele com o intuito de produzir determinados efeitos de sentido. No entanto, esse leitor virtual (que advém do imaginário do autor) nem sempre corresponde ao leitor real. Suas histórias de vida, histórias de leitura e o contexto em que se insere influenciará os sentidos produzidos. Nesse sentido, no discurso podemos ocupar diferentes posições (a de professor, de aluno, de autor do livro didático, etc.), mas também podemos nos colocar no lugar do outro, pensando em como o nosso interlocutor recebe as palavras por nós

emitidas e como produz efeitos de sentido a partir delas. Este mecanismo Orlandi (2001) denomina de Mecanismo de Antecipação.

Outra questão importante na AD é que todo sujeito está incluso dentro de uma Formação Discursiva (FD), necessariamente atrelada a uma Formação Ideológica (FI), que de algum modo afeta o seu dizer. Desse modo, o sujeito que pertence a uma determinada FD, produzirá (efeitos) de sentidos diferentes de sujeitos que se inserem em outras FD. Por exemplo, os efeitos de sentido produzidos por um professor ou cientista provavelmente serão distintos daqueles produzidos por seu aluno ou por alguém considerado “leigo” em um determinado tema. Desse modo, tal como nos diz Orlandi (2005) e Melo (2009), em uma dada situação a FD determina o que o sujeito pode e deve dizer (a partir do lugar social que o sujeito ocupa). Atrelado a FD e a FI, há também o interdiscurso (a memória), que leva o sujeito ao esquecimento de que este não é dono de seu dizer, naturalizando sentidos. Dessa forma, o sujeito acredita que aquele que ele diz é transparente e só poderia ser dito daquela forma, filiando-se apenas a um determinado sentido. Porém, sabemos que a linguagem é opaca, sujeita a falhas e equívocos e por mais que busquemos a completude e unicidade, o que dizemos nunca é completo e único (ORLANDI, 2001).

Como aponta Ferreira (2005) o sentido nunca chega ao interlocutor da forma como imaginamos, mas produz efeitos, que dependerão das Condições de Produção (o contexto em que o discurso está inserido), da FI e FD em que o sujeito se insere e da interpretação (atrelada a ideologia) gerada pelo interlocutor. O que seriam as Condições de Produção? Todo discurso é carregado de intenções, construído historicamente, em um tempo e espaço determinado, com interesses e objetivos, utilizando-se do maior poder de convencimento possível para tornar-se uma verdade aceita e inquestionável (SILVA; CARVALHO, 2004). Em outras palavras, uma obra, ao ser direcionada a determinado público, propõe-se a produzir certos sentidos para seu leitor. Nessa relação discursiva, tanto as Condições de Produção de um texto, quanto às condições que envolvem atividades de sua leitura e interpretação, são influenciadas por inúmeros fatores, como as expectativas do autor em relação ao leitor, as experiências de leitura dos

leitores, a imagem que o leitor faz do autor e vice-versa, dentre outros (GIRALDI, 2005).

As Condições de Produção compreendem o sujeito e a situação, e podem ser, em seu sentido estrito, o contexto imediato, e em sentido amplo, o contexto sócio-histórico (ORLANDI, 2001). Orlandi ainda diz que a linguagem só faz sentido por se inscrever na história. Dessa forma, a AD considera as Condições de Produção da linguagem pela análise da relação estabelecida pela língua com os sujeitos que a falam e as situações em que se produz o dizer. O contexto histórico-social, portanto, influencia as Condições de Produção de um discurso, sendo que um texto é entendido por Orlandi como uma unidade de discurso que possui múltiplos sentidos. O texto, ao materializa-se, possuirá distintas FD, memórias e relações com a exterioridade, e a atribuição de sentidos ocorre em uma complexa relação entre interlocutores, referente e memória (GIRALDI, 2005).

Dentre as componentes do conceito de Condições de Produção, há alguns importantes citados por Orlandi (2001): a) os interlocutores estão localizados em determinado lugar histórico-social; b) é necessário um referente (aquilo de que se fala); c) o modo como se fala é condicionado pela FD em que se insere o dizer; d) os interlocutores fazem uma imagem de si e do outro; e) faz-se necessário considerar a memória (interdiscurso), onde um dizer sempre se relaciona a outro já dito, em um determinado lugar. Sabendo que a linguagem não é transparente, e que os discursos relativos à genética também não o são, de forma que *“aquilo que se fala e como se fala da/sobre ciência e tecnologia produz efeitos de sentidos nos leitores”* (VON LINSINGEN; CASSIANI, 2010, p. 163), propomos pensar sobre os efeitos de sentido em possíveis leituras de textos dos livros didáticos, indo contra uma visão naturalizada em relação ao livro didático que faz com que se deixe *“de interrogar a construção de sentidos que ocorrem por meio da leitura desse material”* (GIRALDI, 2005, p. 43).

Nesse sentido, não apenas aquilo que se fala influenciará na produção de efeitos de sentidos. Tal como aponta Pêcheux (1990) e Orlandi (2001), a forma como se fala também influenciará. Em outras palavras forma e conteúdo não se separam. Conforme apontam Cassiani, Giraldi e von Linsingen (2012), “quando pensamos o ensino de ciências,

consideramos que a própria forma como olhamos a ciência e tecnologia também é um importante questionamento” (p. 47). Assim, de acordo com os autores “os discursos de ciência e tecnologia veiculados socialmente não apenas comunicam sobre tais conteúdos, mas que aquilo que se fala e como se fala da/sobre C&T produz efeitos de sentidos” (p. 47). Dessa forma, nos interessa na pesquisa também pensar acerca da relação forma/conteúdo, pois acreditamos que mais do que analisar quais são os discursos de Genética existentes no livro didático, torna-se imprescindível analisar como estes discursos se apresentam, de forma a compreender as relações discursivas existentes.

Não obstante aquilo que não é dito também significa. Para Orlandi (2001), o silêncio “pode ser pensado como o lugar de recuo necessário para que se possa significar, para que o sentido faça sentido” (p. 83). Há o “silêncio fundador”, onde o sentido sempre poderá ser outro que não aquele que enunciamos, e é fundamental para que o dito signifique; e o silêncio constitutivo, onde ao dizer algo, não posso dizer o outro. Porém, nem sempre o silêncio vem do sujeito. Há formas de silêncio que são impostos, censurados ideologicamente, como é o caso da ditadura militar, onde colocava-se o que poderia ou não dizer (silêncio local). Dessa forma, o silêncio, mesmo que não esteja explícito, significa. Sua significação não é interpretável, mas é preciso que se compreendam esses silêncios pensando no modo como este significa.

Sobre a AD é importante ressaltar ainda que, conforme aponta Orlandi, na análise busca-se compreender os mecanismos de funcionamento do discurso, que é basicamente regido pela(o): **a) Relação de Sentidos**, pois todo discurso se relaciona com outros discursos que o(s) sustenta(m) (anteriores), ao mesmo tempo que aponta para dizeres futuros (realizados, imaginados ou possíveis); **b) Mecanismo de Antecipação**, em que, em relação ao imaginário, há sempre uma imagem previamente construída, por aquele que enuncia, dos efeitos de sentidos produzidos sobre seus interlocutores, direcionando o processo argumentativo; **c) Relação de Forças**, onde o lugar, a partir do qual o sujeito fala, também constitui o que ele fala e a construção da sua própria imagem, já que em nossa sociedade as relações hierárquicas sustentam poderes mediante as posições ocupadas pelos sujeitos.

Diante do exposto, considerando que ao trabalhar com a AD estamos preocupados com os possíveis efeitos de sentido produzidos, e que nesse processo os sujeitos significam diferentemente, considerando ainda que a linguagem não é transparente e aquilo que dizemos poderá ser interpretado de diferentes formas, acreditamos que é preciso, portanto, trabalhar com o equívoco, a falha, a opacidade, entendendo que, por mais completos e unívocos que os dizeres nos parecem, sempre podem ser outros. Assumindo então que os sujeitos estão ligados a uma filiação de sentidos, que são histórica e ideologicamente construídos e que estes sentidos produzirão determinados efeitos dependendo das Condições de Produção que os permeiam, cabe-nos então delimitar o *corpus* de análise e a forma como esta será realizada. Nesse sentido, a própria escolha do *corpus* e dos recortes para a análise já são decisões sobre as propriedades discursivas (ORLANDI, 2001).

Não cabe, portanto, buscar uma aparente neutralidade em uma análise. Pelo contrário, por todos os motivos apontados é que na perspectiva da AD torna-se importante trabalhar nos limites da interpretação, que não é a única (sempre pode ser outra, dependendo da pergunta de pesquisa, do objeto de análise, dos recortes da pesquisa etc.), mas que também não se trata de qualquer análise, pois a interpretação é realizada em um processo constante de relação com a teoria. Em resumo, enquanto sujeitos que buscam compreender as questões da linguagem no Ensino de Ciências, podemos dizer que trabalhamos inspirados no referencial teórico para compreender os discursos científicos e tecnológicos, pois não temos origens no campo da linguística, mas nos apropriamos de um campo que nos oportuniza pensar em outras leituras de/sobre ciências. Dessa forma, como falamos principalmente a partir de uma posição discursiva marcada, mais precisamente a de pesquisares e professores de Biologia/Ciências, nossos olhares voltam-se para discursos específicos, relativos à educação científica. Portanto, nosso modo de interpretação é permeado por este olhar, ligado a FD em que nos inserimos, o que não significa que a interpretação mediada pela análise seja uma verdade, mesmo para o campo de conhecimento do qual ela parte e/ou se insere, pois “não há verdade oculta atrás do texto, há gestos de interpretação que o

constituem e que o analista, com seu dispositivo, deve ser capaz de compreender” (ORLANDI, 2001, p. 26).

Conforme explicitado no capítulo anterior, nos interessa analisar o livro didático, dada a importância desse recurso didático-pedagógico para professores e alunos, bem como por entender que este é um difusor de ideologias e formador de opiniões. Utilizando como critério de seleção o fato de que o livro fosse o mais utilizado em âmbito nacional, escolhemos então a coleção didática “Biologia Hoje”, da editora Ática, dividida em três volumes, e pertencente aos autores Sérgio Linhares e Fernando Gewandszajder, aprovada pelo PNLD 2015 e a qual descreveremos posteriormente a sua composição e características. A partir do texto do livro didático formulamos nosso *corpus* de análise, por meio da seleção de enunciados relativos a Genética. Os enunciados que nos interessam para análise apresentam-se dispostos no APÊNDICE B. Como critério de seleção escolhemos todos os enunciados, das três unidades da coleção didática em questão, que possuem algum termo referente a Genética, tais como as palavras-chave “DNA”, “gene”, “cromossomo”, “Biotecnologia”, “Biologia Molecular”, “Genética”, “clonagem”, “transgênicos”, “Projeto Genoma Humano”, dentre outras palavras que se referem a temas relacionados a Genética.

A escolha em analisar os três volumes do livro didático se faz importante pelo fato de que, mesmo estando os conteúdos de Genética concentrados em apenas um volume (o terceiro volume da coleção), sendo retratados nos outros dois volumes temas relacionados a outras áreas da Biologia (Citologia, Anatomia, Botânica, Zoologia, Fisiologia, etc.), acreditamos que possa existir alguma forma de integração entre os diferentes temas, capítulos e unidades do livro didático. Nesse sentido, para pensar acerca de questões como as suscitadas no capítulo 3, como a fragmentação, atualização de conteúdos e contextualização dos mesmos (GOLDBACH et al., 2009, GOLDBACH; BEDOR, 2011), ou seja, para verificar se há uma conexão e tentativa de integração entre os conteúdos, acreditamos que olhar para a três unidades seja necessário. Em outras palavras, acreditamos que mesmo que estejam concentrados em alguns capítulos de um único volume as questões referentes a Genética, não necessariamente ocorre uma fragmentação dos conteúdos, já que tentativas de um ensino contextualizado podem ter sido realizadas ao

longo de toda a coleção. É com essa intenção que pretendemos olhar para todos os volumes da obra analisada.

Diante disso, cabe-nos então explicar como serão realizadas as análises neste trabalho. Em uma primeira parte das análises, com o intuito de compreender as regularidades discursivas que se apresentam ao longo de toda a coleção didática, nos utilizamos de uma abordagem de análise inspirada no dispositivo analítico de Orlandi (2001) e na releitura de Galieta (2013), apresentado em um simpósio realizado no IX ENPEC, onde Galieta sistematiza o dispositivo analítico proposto por Orlandi, por meio de mecanismos que permitiram adequar constructos teóricos da AD e constituir um dispositivo analítico que se torna útil a pesquisa em Ensino de Ciências. Resumidamente, três etapas embasam a utilização desse dispositivo analítico, a saber: a) Constituição do *corpus*; b) Descrição do *corpus*; c) Compreensão do *corpus*. E é a partir dessas etapas que buscaremos compreender algumas relações sobre a forma que os conteúdos de Genética estão dispostos no livro didático, à quais FD pertencem esses discursos, que posições são assumidas pelos sujeitos no discurso, quais os silêncios existentes e como ele significa, dentre outras questões.

O primeiro passo para a realização da análise tem por objetivo definir o *corpus* bruto, o material coletado tal como ele é, definindo as unidades de análise. Esse *corpus* é organizado mediante a natureza do material, o objetivo do analista e a pergunta de pesquisa. Assim, para realizar a análise, primeiramente é preciso definir os textos que serão utilizados e a partir dele definir o que será parte integrante das análises. Após essa primeira etapa, ocorre a uma passagem descritiva da análise, que conforme aponta Galieta (2013), nessa etapa o analista deve então identificar as características do texto, de forma a iniciar seu gesto interpretativo na busca de relações do texto com as FD, que determinaram o que pode ser dito, e as Formações Ideológicas (FI), filiadas a estes dizeres. Não apenas as FD e FI estão relacionadas a esse olhar, mas busca-se identificar as regularidades discursivas, mobilizando demais conceitos que se façam necessários para a compreensão do *corpus*. Nesse contexto de análise da materialidade linguística, Galieta (2013) aponta que torna-se relevante alguns aspectos: mais do que compreender o que é dito, é necessário compreender “como se diz?”,

“quem diz?” e “em que circunstância é dito?”. Por fim, após a etapa de Constituição e Descrição do *corpus*, uma última etapa diz respeito a Compreensão do *corpus*. Poderíamos dizer que esta etapa consiste na análise propriamente dita, onde os conceitos serão mobilizados de forma a compreender as filiações de sentido que emerge do objeto discursivo em questão. Dessa forma, apontamos que para a primeira parte de nossas análises, vamos nos inspirar nos pressupostos do dispositivo analítico acima descrito, não de forma a seguir fielmente as etapas por ele propostas, mas utilizaremos como um modo de nos orientar na organização de nossa pesquisa e busca pelas regularidades discursivas presentes no texto da coleção didática analisada.

Em uma segunda parte do trabalho, nos inspiramos nas categorias de análise criadas por Souza (2000) e adaptadas por Giraldi (2005), buscaremos analisar mais especificamente os discursos de Genética, referentes aos capítulos sobre o tema que concentram-se na terceira unidade da coleção didática. Baseadas nos pressupostos da AD francesa, tais categorias, como aponta Giraldi (2005), ao falar sobre o trabalho de Souza (2000), não são estanques e se relacionam entre si. Basicamente, as categorias se embasam na análise das Condições do texto, que são expressas como aquilo que está materializado no texto, ou seja, o modo como o autor tenta direcionar os sentidos, e das Consequências, que são o resultado dessa materialização refletido em seu leitor, uma vez que os sentidos são construídos na interação texto/leitor (SOUZA, 2000).

Nesse sentido, 4 categorias são utilizadas por Souza (2000) e Giraldi (2005), para analisar as Condições e Consequências presentes no texto: a) forma pessoal/impessoal da linguagem comum/científica, onde o autor ora se aproxima de uma linguagem comum, ora apresenta uma linguagem formal, mais próxima do discurso científico; b) Completude/Incompletude do texto superficial/profundo, onde mesmo sabendo que a incompletude é própria da linguagem, é comum observar nos textos didáticos a tentativa de um texto completo, e que por consequência em querer abordar todos os conteúdos pode causar superficialidade na abordagem dos conteúdos; c) Opcional/Obrigatório revelando-se transparente/oculta, em que mostra-se o papel de autoridade colocada pelo livro didático, silenciando a voz dos leitores, e

naturalizando aquilo que o livro didático diz como verdade absoluta; d) Pressuposto/Proposto e que é localizado no tempo/atemporal, categoria esta que nos mostra a ausência de temporalidade dos conhecimentos científicos apresentados no livro didático.

Nos inspiraremos então nessas categorias na segunda parte das análises de forma a responder a nossa pergunta de pesquisa, compreendendo assim como se apresentam os discursos de Genética no terceiro volume da coleção didática. Apesar de nossas análises inspirarem-se nessas categorias, diferenciamos destas por nossos olhares serem outros. Por exemplo, enquanto Giraldi aprofunda-se na análise de analogias e suas relações com a linguagem, neste trabalho, pensando na relação forma/conteúdo, pretendemos refletir sobre as possíveis leituras/implicações da forma como os conteúdos de Genética são apresentados no livro didático. Além disso, não é de nossa pretensão utilizar fielmente as categorias, tal como estas são utilizadas no trabalho no qual nos inspiramos, sendo nossa intenção mobilizar outros conceitos e utilizarmos nas análises para responder a nossa pergunta de pesquisa.

Nosso objetivo então é compreender, observando as regularidades discursivas presentes no texto didático, as Condições de Produção de leitura. Para isso, torna-se importante pensar também nas Condições de Produção que envolvem o próprio texto do livro didático. Nesse sentido, falamos que as Condições de Produção de um texto, mais especificamente do livro didático, depende de inúmeros fatores (políticos, educacionais, econômicos, ideológicos, históricos etc.). Da mesma forma, a produção de (efeitos de) sentidos da leitura de um texto depende de inúmeros fatores, como “as experiências de leitura dos leitores, a expectativa do autor com relação aos seus leitores, a imagem que o leitor faz do autor, entre outros, e que, portanto, os sentidos produzidos podem ser diferenciados daqueles intencionados pelo autor do texto” (GIRALDI, 2005, p. 6). Os sentidos, então, serão produzidos nas relações entre sujeitos, inscritos em determinadas FD's, ou seja, o leitor, ao entrar em contato com o texto, atribuirá a ele significações, mediante suas histórias de leitura e visões de mundo. Dessa forma, das intenções do autor em estabilizar sentidos, no processo de leitura, as interpretações podem ser variadas. Pensaremos então na multiplicidade de sentidos a partir da identificação das regularidades.

Resumidamente, nossas análises serão realizadas em dois momentos. Em um primeiro momento, vamos nos inspirar no dispositivo analítico de Orlandi (2001) e nas releituras de Galieta (2013), para compreender algumas regularidades discursivas da coleção didática escolhida para análise. Já em um segundo momento vamos nos focar na análise dos capítulos do terceiro volume desta coleção, onde concentram-se os conteúdos de Genética. Para isso vamos nos inspirar nas categorias utilizadas por Souza (2000) e Giraldi (2005). Nessas duas etapas, utilizaremos principalmente os constructos da AD apontados nesta seção. Por fim, realizaremos algumas reflexões com forma de trazer considerações a respeito deste trabalho.

## **Capítulo 5 – O livro didático e suas interfaces discursivas: identificando regularidades discursivas**

Após as explanações teóricas e metodológicas realizadas até aqui, neste capítulo vamos realizar algumas análises, embasadas nos pressupostos da Análise do Discurso (AD) de linha francesa, de forma a responder nossa pergunta de pesquisa inicialmente proposta (no capítulo 1), relacionando com as discussões efetivadas até aqui e realizando questionamentos pertinentes acerca do Ensino de Genética e o livro didático. Após essas análises algumas considerações sobre essas questões são realizadas, de forma a contribuir com o Ensino de Ciências.

O presente capítulo está organizado a partir de unidades de análise. Em um primeiro momento (item 5.1 e 5.2.) apresentamos aspectos gerais da coleção didática que é foco de nossa análise. Em um segundo momento (item 5.3.) procuramos compreender mais profundamente questões de linguagem que permeiam toda a coleção didática. Para tanto, procuramos traçar o que chamamos de regularidades discursivas. Nesse trabalho identificamos a presença de discursos que permeiam a linguagem comum, assim como aqueles ligados ao discurso pedagógico e científico. Essa tríade discursiva se faz presente em todos os livros da coleção e marca a relação estabelecida entre texto e leitores. Por fim, nos debruçamos mais especificamente sobre os discursos de genética e discutimos algumas das implicações da relação forma e conteúdo. De modo particular, nos interessam os enunciados que fazem uso de termos específicos da genética como campo de conhecimento. Assim, para definição daqueles enunciados relevantes para nossas análises a estruturação das tabelas apresentadas no apêndice desse trabalho foram de fundamental importância. Como apontamos anteriormente, como critério de seleção escolhemos todos os enunciados, das três unidades da coleção didática em questão, que possuem algum termo referente a Genética, tais como as palavras-chave “DNA”, “gene”, “cromossomo”, “Biotecnologia”, “Biologia Molecular”, “Genética”, “clonagem”, “transgênicos”, “Projeto Genoma

Humano”, dentre outras palavras que se referem a temas relacionados a Genética.

### **5.1) Constituição do Corpus:**

A constituição do *corpus*, não se dá meramente por métodos empíricos (ORLANDI, 2001; FLÔR, 2006), mas também teóricos. Nesse sentido, a constituição do *corpus* ocorrerá mediante critérios e pressupostos da AD. Um texto é a unidade a partir da qual o analista parte e pode se caracterizar como um material tangível (ou seja, empírico), ou ser parte da memória institucionalizada, o que na AD chamamos de arquivo. Ao nos referirmos sobre memória institucionalizada, podemos dizer que o arquivo determina quem têm o direito de dizer, constituindo os sentidos e a própria interpretação. Em outras palavras, só podemos dizer e interpretar porque uma memória constitutiva, o interdiscurso, nos possibilita, dentro de determinadas condições de produção (contextos imediatos ou históricos), a possibilidade de um dizível. Dessa forma, ao mesmo tempo em que a memória nos possibilita a repetição de dizeres, os sentidos também sempre poderão ser outros.

Reconhecendo que as práticas sociais são materializadas na linguagem, e que o próprio discurso é uma prática social (GALIETA, 2013), o livro didático constitui nosso objeto de estudo, caracterizando-se como um arquivo. Isso porque, nesse recurso didático-pedagógico, que se trata de uma interpretação e transposição do saber científico para o ensino, com sua conseqüente modificação/adaptação para que seja possível a compreensão de tais conteúdos em nível escolar (SILVÉRIO; MAESTRELLI, 2010; CHEVALLARD, 1998), encontra-se uma série de dizeres estabilizados historicamente, que funcionam discursivamente como detentores de um caráter de neutralidade e sentidos unívocos. Nesse sentido, nossa escolha se deu justamente para (re)pensar a aparente neutralidade, transparência e normatização da linguagem presente nesse tipo de arquivo, desvelando possibilidades outras, de

forma a abrir caminhos para a compreensão polissêmica do dizer e os silêncios que interditam compreensões mais críticas sobre Genética.

Diante da questão de pesquisa, como critério de seleção do livro, objeto de nossa análise, optou-se por escolher aquele que é considerado o mais utilizado em âmbito nacional. Para tanto, procuramos dados estatísticos fornecidos pelo PNLD 2015<sup>8</sup> sobre as coleções de livros didáticos do Ensino Médio, mais especificamente os livros de Biologia que estão entre os mais distribuídos para as escolas públicas. Com isso, verificou-se que o livro didático com maior distribuição nacional pertence à coleção “Biologia Hoje” da editora Ática e dos autores Sérgio Linhares e Fernando Gewandszajder. De acordo com o PNLD, este livro possui cerca de 2.038.216 exemplares distribuídos no ano de 2014, sendo que a segunda coleção com maior distribuição, intitulada “Biologia em contexto” e elaborada pelos autores José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho (editora Moderna), têm aproximadamente 700.000 exemplares distribuídos a menos. Diante disso, optamos então por analisar o livro “Biologia Hoje”, pois sua grande distribuição está relacionada a uma possível ampla utilização deste no contexto escolar.

Nossa análise será realizada tendo como base os três volumes da coleção didática de interesse. Dessa forma, acreditamos que para analisar os efeitos de sentido presentes nos discursos do livro didático se faz necessário um olhar para a coleção toda, pois mesmo que supostamente os conteúdos de Genética concentrem-se em alguns capítulos ou volumes, não necessariamente estão restritos a eles. Com isso, conforme apresentados no APÊNDICE B, foram selecionados enunciados que contêm temas relativos a Genética, conforme apontamos no capítulos anterior.

Na próxima seção iniciaremos o processo descritivo-analítico acerca do objeto de análise, de forma a explicitar como tais conteúdos apresentam-se expostos.

---

<sup>8</sup> As informações constam no site: <http://www.fnde.gov.br/programas/livro-didatico/livro-didatico-dados-estatisticos>

## 5.2) - Escopo inicial: um olhar descritivo sobre o “corpus de análise”

Mobilizaremos alguns conceitos da Análise de Discurso (AD) de forma a abrir possibilidades de reflexão sobre este material. Em outras palavras, buscamos compreender quais são as possíveis leituras que professores e alunos poderiam produzir ao entrar em contato com o texto em situações de ensino e aprendizagem. No entanto, por não se tratar de uma situação real de ensino, ou seja, por nosso trabalho não ser realizado em uma sala de aula para averiguar realmente como se dá essa interação entre sujeitos e texto, e consequentemente a produção de sentidos, trabalharemos no campo da possibilidade, pensando então nos possíveis sentidos que poderiam ser produzidos. Para isso dividiremos nossas análises em dois momentos. Em um primeiro momento, caracterizaremos o livro didático explicitando sua composição geral. Em um segundo momento, aprofundaremos nossas análises sobre os discursos presentes no texto, pautando-nos em algumas questões, como: “*Quem diz?*”, “*O que diz?*”, “*Para quem?*”, “*Que implicações têm esse dizer?*”.

Como citado, a coleção de livro didático escolhida para análise intitula-se “*Biologia Hoje*”, de Sérgio Linhares e Fernando Gewandszajder. Toda a coleção é organizada em capítulos e seções, de acordo com a temática abordada, como tradicionalmente ocorre em outros livros didáticos. O primeiro volume, com 312 páginas, distribuídas em 23 capítulos, que correspondem a 7 (sete) seções, tem como tema “*Citologia, Reprodução e Desenvolvimento, Histologia e Origem da Vida*”. O segundo volume da referida coleção possui 320 páginas, divididas em 5 (cinco) seções, com 25 capítulos, e tem como tema “*Os seres vivos*”. Já o terceiro, com a temática “*Genética, Evolução e Ecologia*”, possui 312 páginas, divididas em 4 (quatro) seções, com 20 capítulos. Neste volume, há 7 capítulos, divididos em 2 seções, que se remetem especificamente ao tema de nosso interesse, a Genética. Ao final desse trabalho encontram-se tabelas que mostram a organização desses livros (APÊNDICE A).

Considerando nosso enfoque na Nova Biologia<sup>9</sup>, cabe-nos então explicitar o “quanto” estão presentes as questões referente à Genética. Especificamente aos conteúdos presentes no volume 3, nas seções dedicadas exclusivamente a temas de/sobre Genética (7 capítulos), são atribuídas 77 páginas, das 103 correspondentes, aos conteúdos referentes à Genética Clássica<sup>10</sup>. Apenas 1 (um) capítulo, com 10 páginas (incluindo exercícios/atividades), refere-se diretamente a Genética Molecular. Isso aponta para a tendência da Genética Clássica ser predominante nos currículos, e conseqüentemente nos livros didáticos, sendo as temáticas da Biologia Moderna pouco abordadas (por vezes, silenciadas). Em uma pesquisa realizada recentemente por Montalvão-Neto, Miguel e Giraldi (2015) com 4 (quatro) dos livros didáticos com maiores índices de distribuição nacional, aprovados pelo PNLD 2012, a respeito de como as Leis de Mendel instituem-se como um paradigma predominante, tanto na Ciência, quanto em seu ensino, observou-se a mesma tendência. Nesse sentido, em referência a esta predominância de conteúdos, poder-se-á pensar em como algumas questões/temas da Biologia, como é o caso da Genética, consolidam-se como paradigmas<sup>11</sup>, que se tornam relativamente complexos de serem rompidos por serem estabilizados historicamente.

Conforme apontam Nascimento e Alveti (2006), a estabilidade assumida por determinados conteúdos de Ensino de Ciências parece ter relação com temas presentes nos livros didáticos. Os autores apontam

---

<sup>9</sup> Conforme definimos anteriormente, tomamos como base a concepção de Nova Biologia proposta por Xavier, Freire e Moraes (2006).

<sup>10</sup> Incluímos nessa classificação, além da Primeira e Segunda leis de Mendel, temas como Polialelia, grupos sanguíneos, interação gênica, pleiotopia, ligação gênica, determinação sexual biológica e hereditariedade.

<sup>11</sup> Utilizamos a palavra paradigma para nos referir aos conhecimentos estabilizados e hegemônicos, reconhecido por uma comunidade de cientistas em uma dada época, e que se instituem como “verdades”. Tal como apontam Montalvão-Neto, Giraldi e Miguel (2015), em uma visão kuhniana, um paradigma, ao se estabelecer, permanece por muitos anos como verdadeiro para a comunidade científica.

que essa tendência de estabilidade de conteúdos da Ciência Clássica, principalmente no que tange à Física e a Biologia, é observada no currículo do Ensino Médio. No que diz respeito a nossa área de interesse, a Biologia apresenta conteúdos privilegiados principalmente no que diz respeito à Citologia, à Fisiologia (humana e vegetal) e à Genética Clássica, desenvolvidas no século XIX. Mas, como explicitado anteriormente, compreendemos que incorporar conteúdos novos não necessariamente permite um ensino crítico (MOTOKANE; VALLE, 2005). Conforme apontam Nascimento e Alvetti (2006):

(...) no mundo contemporâneo esses conhecimentos, quando contextualizados socialmente, tornam-se importantes tanto para a inserção do cidadão no mercado de trabalho quanto para uma melhor compreensão dos fenômenos da natureza, bem como dos artefatos tecnológicos que estão à sua volta. A isso também se acrescenta o fato de que a Ciência esteve e está presente em decisões socialmente significativas, legitimando discursos. Se não temos esses conhecimentos, no mínimo como ferramenta para negociações, não podemos sequer questionar ou nos posicionar acerca de importantes decisões que nos envolvem (p. 29).

Por esse mesmo motivo, referente a necessidade de se posicionar mediante os problemas sociais que emergem na contemporaneidade, como em temas de Biotecnologia, transgênicos, clonagem, células-tronco, etc., consideramos importante compreender os discursos presentes nesses textos. Diante disso, ao considerarmos a Ciência como um produto cultural construído sócio-historicamente, tal como o fazem Nascimento e Alvetti (2006), acreditamos que o conteúdo, considerado como produto final da Ciência, deixa de ser o foco principal de seu ensino, pois “o processo de produção do conhecimento científico engloba aspectos sociais, históricos, políticos, culturais e econômicos” (p. 32).

Nessa perspectiva, ao pensar que os conteúdos de ensino não são (ou não deveriam ser) meros produtos finais da Ciência, cabe-nos perguntar: como são escolhidos os conteúdos presentes nos livros didáticos? Em uma primeira análise, observamos que não há nenhuma explicitação no texto do livro didático sobre como são feitas tais escolhas dos conteúdos (algo igualmente pouco usual em outras obras). Este fato também foi observado em outros trabalhos, como o de GiralDI (2005). Há um silenciamento dos motivos pelos quais determinados conteúdos são escolhidos. Nesse sentido, levando em consideração que ao se privilegiar determinados conteúdos comumente consolidados e tradicionais no Ensino de Ciências, e consequentemente silenciando outras perspectivas, o autor está adotando um posicionamento ideológico (GIRALDI, 2005), acreditamos que tais escolhas interfiram nas compreensões sobre as novas descobertas científicas e tecnológicas. Isso porque muitos temas relevantes para a sociedade contemporânea, e que são amplamente discutidos em várias esferas sociais (como é o caso de temas como os transgênicos, que influenciam direta ou indiretamente na vida das pessoas e estão frequentemente presentes nas mídias, notícias, debates políticos, etc.), poderiam ser abordados. Porém prefere-se optar pelo historicamente estabilizado. Dessa forma, a escolha pelos produtores dos livros didáticos daquilo que será incluído ou excluído de suas obras acaba por determinar os entendimentos sobre ciência que serão construídos em sala de aula (GIRALDI, 2005, p. 37). Conforme aponta GiralDI (2005) “ao não explicitar justificativa de escolha de conteúdos o autor pode estar silenciando tanto outros conhecimentos, que poderiam ser relevantes no contexto de ensino, quanto o processo pelo qual seleciona certas coisas que, segundo ele, devem ser trabalhadas na escola” (p. 51). Com isso, não há espaço para refletir sobre os motivos de um conteúdo estar presente, em detrimento de outros.

Como a AD reconhece, ao se dizer algo, naturalmente deixa-se de dizer o outro. No entanto, esta posição assumida pelo autor está ligada não apenas a um simples processo implícito à constituição da linguagem, mas a uma hierarquização do conhecimento. Nessa relação se coloca, implicitamente, uma ideia de obrigatoriedade, onde determinados conteúdos devem ser ensinados, tal qual se apresentam no

livro didático. Por exemplo, é comum os livros didáticos apresentarem as clássicas divisões, onde se ensina basicamente a mesma sequência de conteúdos, em progressão de níveis de dificuldade. O tema Citologia, por exemplo, é comumente retratado anteriormente ao tema Genética, como se fosse obrigatório compreender o primeiro, para depois compreender-se o segundo. Há hierarquizações não apenas de níveis de dificuldade, como também dos temas escolhidos.

Conforme apontam Montalvão-Neto, Giraldi e Miguel (2015), e conforme observamos em nossas análises, o enfoque no Ensino de Genética frisa principalmente a Genética Mendeliana. São abordados alguns temas sobre a Genética Moderna, mas que normalmente apresentam-se como meras curiosidades. Nesse sentido, deixa-se algumas questões contemporâneas sobre Genética de lado para privilegiar o tradicionalmente estabelecido. Da mesma forma, podemos citar como exemplo os exercícios resolvidos nos livros didáticos (inclusive no caso do livro que estamos analisando), como aqueles referentes a probabilidade, por exemplo. Há uma forma de se resolver, de como deve ser ensinado. Assim como também identificamos em nossas análises a frequente existência de um discurso pedagógico, no qual a posição aparentemente assumida pelo autor é a de professor, que explica como deve ser entendido determinado tema. Mais adiante exploraremos algumas dessas regularidades discursivas.

Dessa forma, a escolha realizada pelos produtores do livro didático (ou seja, dos autores, editores, órgãos/programas governamentais e demais atores envolvidos direta ou indiretamente em sua elaboração, conforme explicitado no capítulo anterior), do que será incluído ou excluído deste recurso didático-pedagógico, pode determinar as compreensões sobre ciência, construídas no processo de ensino-aprendizagem (GIRALDI, 2005). De acordo com Giraldi (2005), essas escolhas não têm como objetivo apenas auxiliar as práticas pedagógicas, pois as várias reedições dos livros didáticos visam com que ele permaneça tal como é, ou seja, fragmentado, sem incorporar questões socioculturais e outros conteúdos importantes, mesmo aqueles relacionados à produção de conhecimento em pesquisas científicas. Não obstante, em seu trabalho, Silvério e Maestrelli (2010) apontam que esta escolha de conteúdos é uma perspectiva pedagógica hegemônica que

ocorre em várias áreas do conhecimento, privilegiando formas tradicionais pelas quais os conteúdos são transmitidos, e as implicações desse engendramento didático aliena professores e alunos, de forma que estes não questionem sobre “o que”, “como” ou “porque” algo está sendo abordado nos livros didáticos.

Cabe ressaltar que tais escolhas por determinados conteúdos e o apagamento de questões socialmente relevantes do livro didático não ocorre por mero acaso, trata-se de uma constituição histórica, que privilegia o tradicional e acaba por pouco valorizar questões mais atuais, que vão além do âmbito de uma disciplina específica (tal como a Biologia, a Química, a Física, dentre outras tradicionais áreas do conhecimento). Dessa forma, há uma posição mercadológica, em que se privilegiam e legitimam determinados conteúdos para serem aceitos, possibilitando a venda de um produto, o livro didático. Traços dessas questões mercadológicas marcam-se no livro didático analisado em alguns momentos, conforme apontaremos a seguir.

Observa-se no livro didático a presença de uma marca, ligada ao nome do autor, tendências também observada em trabalhos anteriores tais como Giraldi (2005) e Nascimento e Martins (2005). Na primeira página do livro, é possível notar a utilização de uma titulação para colocar-se em uma posição de respaldo. Junto ao nome dos autores são especificadas suas titulações, onde a formação inicial de ambos vincula-se a prestigiada Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Ambos também são apresentados como sujeitos que ocuparam a posição de professores de um colégio tradicional do Rio de Janeiro (Colégio Pedro II), sendo que um deles também foi professor na antiga Universidade do Brasil (atual UFRJ). Além disso, explicita-se que um dos autores possui o título de doutor em Educação pela mesma instituição, sendo também mestre em Filosofia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ). Estas são posições assumidas (ou colocadas) pelos (aos) sujeitos (“posições-sujeito”) (GRIGOLETTO, 2005) que lhes confere a autoridade do dizer, ou seja, vende-se a imagem de especialistas, que podem dizer algo porque ocupam determinada posição na sociedade. Em outras palavras, ao destacarem suas posições os autores colocam-se como pessoas que possuem experiência na área, falam com conhecimento de causa e possuem embasamento teórico para

isso (NASCIMENTO; MARTINS, 2005). Dessa forma, conforme aponta Giraldi (2005), dentre outros fatores, o nome de um especialista é utilizado como uma estratégia de marketing para fazer com que o principal consumidor (o professor), adquira o livro didático. E tal como apontam Nascimento e Martins:

Todas essas informações sobre os autores dos livros didáticos ajudam a construir uma autoridade que confere credibilidade às informações que são fornecidas por eles na parte textual e pós-textual (como no Manual do Professor, onde os autores comentam suas concepções teórico-metodológicas acerca do Ensino de Ciências). (NASCIMENTO; MARTINS, 2005, p. 271)

Além disso, Giraldi (2005) também aponta em seu trabalho que outros artifícios, como as adequações às questões de vestibulares ou a propostas governamentais de ensino (como os PCN, o PNLCD, dentre outros) são também utilizados como atributos da mesma estratégia de marketing. Nesse sentido, encontramos tais referências nas questões existentes ao final do livro, que tal como ocorre em outras coleções didáticas ainda estão pautadas em exercícios advindos de universidades nacionalmente reconhecidas (federais, estaduais ou universidades particulares renomadas como PUC e Mackenzie) como excelência em qualidade. Além disso, apesar de não existirem referências explícitas às adequações a iniciativas governamentais (como os PCN e a LDB) ou mesmo vestibulares em sua apresentação e/ou capa, tal como ocorreu outrora em outras coleções, observamos que estes discursos estão insistentemente explicitados ao final do livro didático, mais especificamente no manual do professor. Nos 3 (três) volumes da coleção didática em questão, o manual do professor, que não compõe nosso corpus de análise, mas que traz informações importantes para a compreensão da organização do livro didático, apresenta uma série de explicações sobre a composição, metodologia e preceitos que regem a composição do livro-texto. Prontamente, logo no início do manual, são colocados os objetivos dos PCNEM quanto a um ensino contextualizado dos conteúdos em relação às questões sociais contemporâneas, além das

questões políticas, históricas e econômicas. Também são frisadas as questões referentes à interdisciplinaridade, abordando superficialmente algumas questões sobre competências e habilidades que se pretendem que o aluno desenvolva em um ensino considerado crítico. Inclusive os pressupostos educacionais de entidades internacionais, como a Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura (UNESCO), também são citados.

Apesar de não ser o objetivo deste trabalho, e de não ser nossa pretensão aprofundar sobre essa questão, acreditamos ser relevante citar alguns dos pressupostos teóricos que, possivelmente, alicerçam a proposição do material didático, de forma a compreender algumas ideologias que o atravessam. De acordo com o Guia de Livros Didáticos do PNLD de 2015, o “manual do professor” presente no livro “Biologia Hoje”, pauta-se na perspectiva de aprendizagem por Mudança Conceitual.

O Manual do Professor apresenta a abordagem pedagógica da obra pautada por uma perspectiva de aprendizagem por mudança conceitual, investindo na ideia do levantamento das concepções dos/as estudantes. Há tentativas de materialização dessa ideia, prioritariamente, na abertura dos capítulos, por meio de questões que se referem ao tema principal a ser abordado. (BRASIL, 2015, p. 55)

Podemos notar esse tipo de perspectiva no livro didático principalmente pela forma como se iniciam os capítulos. Todos os capítulos iniciam com perguntas a respeito das compreensões dos alunos sobre o conteúdo que será ali abordado (alguns desses enunciados serão analisados na próxima seção). Logo em seguida o texto do livro volta-se a explicações científicas. É como se essas perguntas iniciais fossem apenas para averiguar quais as concepções do aluno sobre aquele tema, para que depois essas ideias sejam desmistificadas pelos conceitos científicos, com o intuito então de sair do senso comum para a formulação de concepções científicas. No entanto, como analisaremos, isso ocorre de forma pouco contextualizada.

Como aponta Camargo (2005), nessa perspectiva construtivista de ensino, que ganhou força na década de 1980, e que posteriormente culminou em várias pesquisas sobre as concepções alternativas durante duas décadas, para uma boa aprendizagem de Ciência é necessária uma atividade racional, parecida com a pesquisa científica, sendo que neste modelo de aprendizagem o objetivo a alcançar, que é a mudança conceitual<sup>12</sup>, pode ser interpretada tal como o preceito Kunhniano de mudança de paradigma<sup>13</sup>. No entanto, essa teoria, que apesar de construtivista possui como objetivo a mudança radical de pensamentos dos alunos, já não é considerada mais tão interessante para as perspectivas educacionais da atualidade.

Acreditamos então que outras vertentes construtivistas mais interessantes poderiam embasar os pressupostos do livro didático, pois como Camargo (2005) e Moreira e Greca (2003) apontam, mais do que mudar pensamentos, torna-se importante ocorrer crescimentos conceituais. Não se trata então meramente de mudar de uma concepção

---

<sup>12</sup> Conforme descreve Mortimer (1996), na década de 1970 começam a aparecer um grande número de estudos preocupados com os conteúdos das ideias dos estudantes sobre vários conceitos científicos que são aprendidos na escola. Com isso, surge uma grande tendência de pesquisas a respeito de concepções alternativas dos alunos, averiguando que algumas ideias dos mesmos eram bastante estáveis e resistentes a mudanças. Os resultados dessas pesquisas contribuíram para fortalecer uma visão construtivista, baseada nos primórdios de aprendizagem com participação ativa do aluno na construção do conhecimento e nas ideias prévias dos estudantes: o modelo de mudança conceitual. Esse modelo foi inicialmente proposto para explicar como os conceitos centrais e organizadores de uma pessoa podem mudar, tornando esse novo conceito incompatível com o anterior. No entanto, vertentes construtivistas mais críticas compreendem que seja possível a convivência entre as ideias prévias e as científicas, sendo cada uma utilizada em contextos apropriados.

<sup>13</sup> De acordo com Thomas Kuhn, as rupturas na construção científica são atribuídas às “mudanças de paradigma”, em que ocorre uma modificação profunda em nossos pontos de referência. Paradigmas são então “as realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência”. (KUNH, 1975, p. 13)

alternativa para uma científica, mas de realizar aprendizagens significativas, desenvolvendo um novo conceito a partir de outro (MOREIRA; GRECA, 2003), por meio de estratégias de ensino que superem os extremismos metodológicos das práticas tradicionais e das práticas de aprendizagem por descoberta (CAMARGO, 2005).

### **5.3) – De-superficializando o texto: algumas regularidades discursivas**

Conforme abordado anteriormente, pesquisas apontam para um ensino de genética memorizador, não contextualizado, onde conceitos são abordados de forma linear, dogmatizada, fragmentada ou mesmo desatualizada (SILVÉRIO; MAESTRELLI, 2010, SARDINHA; FONSECA; GOLDBACH, 2009, SCHEID; FERRARI, 2006, dentre outros). Buscando identificar a forma como os conteúdos de Genética aparecem nos livros didáticos, e compreender como a relação forma/conteúdo implica na produção de sentidos pelos sujeitos leitores (alunos e professores), buscaremos compreender as possíveis implicações dessas relações para o ensino. Partimos da noção de que “*Forma*” e “*Conteúdo*” não se separam (ORLANDI, 1994, PÊCHEUX, 1990), e ao investigar sobre as Condições e Consequências em textos do livro didático, estamos pensando que, dependendo de “*como*” e “*o que*” se fala, poder-se-á gerar compreensões distintas sobre ciência.

De forma a compreender como e quais discursos de/sobre Genética estão presentes na coleção didática analisada, dividiremos nossas análises em duas partes. Inicialmente enfocaremos nas regularidades discursivas apresentadas ao longo dos dois primeiros livros da coleção, de forma a compreender as regularidades discursivas que estão presentes em temas que não se referem explicitamente à Genética. Em uma segunda parte da análise, olharemos especificamente para o volume três da coleção, pois este volume trata especificamente sobre o tema Genética. Com isso pretendemos compreender se há uma

perspectiva que relacione o tema genética a outros temas ao longo dos três livros da coleção didática, e que tipo de discursos se apresentam ao longo da coleção analisada.

### – **Discurso, forma e conteúdo: Um olhar sobre as regularidades na coleção didática**

Reconhecendo a importância do Ensino de Genética, tal como apontado anteriormente, procuramos em nossas análises compreender quais discursos estão presentes no livro didático, como eles se apresentam e que efeitos de sentido sua seleção pode proporcionar aos seus interlocutores (leitores do livro didático, no caso, alunos e professores). É importante pensar então nas condições de produção do livro didático, pois, como apontam Nascimento e Alveti (2006), “por trás da discussão sobre a seleção dos conteúdos temos um debate mais amplo que nos remete à relevância social, cultural e política do ensino de ciências que nos faz avaliar o porquê de termos presentes determinados conhecimentos em sala de aula” (p. 29). Por isso, é essencial pensarmos se os discursos presentes nos livros didáticos incorporam temas sociocientíficos, ou seja, questões contemporâneas amplamente debatidas na sociedade, e quais discursos e Formações Discursivas (FD) estão presentes ao longo da coleção didática.

Antes de trazermos alguns enunciados de/sobre Genética para análise, gostaríamos de pensar sobre as regularidades presentes ao longo de todo o texto da coleção, tanto em relação à sua estrutura, quanto à sua linguagem. Em outras palavras, analisar as regularidades do discurso é compreender as FD. Assim, podemos compreender as repetições, os processos parafrásticos, a estrutura do discurso, o funcionamento da linguagem, de forma a compreender também a polissemia, o discurso outro, o processo discursivo, enfim, compreender como o acontecimento sócio-histórico intervém na linguagem.

Também vamos refletir sobre as várias posições discursivas ao longo do texto. *A priori*, podemos dizer que alguns discursos, tal como já apontaram Coracini (1991), Giraldi (2005), Galieta (2013), dentre

outros, marcam-se no discurso presente em textos didáticos ou de divulgação científica, a saber, o discurso pedagógico, o discurso científico e o discurso cotidiano. E o que diferencia esses discursos? Sobre o discurso pedagógico, Giraldi (2005), ao referir-se ao trabalho de Eni Orlandi, explicita que esse discurso se caracteriza por seu caráter autoritário, onde não há espaço para outras leituras. A leitura realizada pelo professor torna-se a única permitida, na qual ele retoma aquilo que é considerado ideal, baseando-se, muitas vezes, no discurso científico para impor uma unívoca verdade. E a linguagem dos livros didáticos também caracteriza-se por um predominante discurso científico, o que reforça uma visão neutra de ciência (SOUZA, 2000). Dessa forma, não são permitidas outras interpretações além daquelas presentes no livro didático, da ciência e do professor.

Além do discurso científico e pedagógico, podemos observar em nossas análises, tal como Galieta (2013) e Giraldi (2005) o fizeram, que nos textos didáticos o autor dirige-se ao leitor, ora como um cientista, colocando a sua verdade inquestionável, ora também se utilizando de um discurso cotidiano/informal, falando como se fosse alguém próximo do leitor, com o intuito de fazer com que este compreenda o sentido pretendido. Dessa forma, o autor se antecipa (mecanismo de antecipação), estreitando as suas relações com o aluno, e saindo da relação de forças usual entre ambos, porém sem abandonar o discurso científico.

Em termos gerais, podemos dizer que o autor assume diferentes posições discursivas ao longo do texto, ou como aponta Grigoletto (2005), assume diferentes posições-sujeito. Em outras palavras, o sujeito assume diferentes posições na FD. Sobre essa questão, Cassiani, Linsingen e Giraldi (2011) apontam que o discurso “é produzido na interação (discursiva) entre sujeitos que, ao falar/ouvir, situam-se em determinadas posições, inscritos em formações discursivas”, e “é a partir dessas posições discursivas que os sujeitos irão produzir sentidos” (p. 60). Os autores ainda apontam que, de acordo com a FD em que os sujeitos estão inseridos, serão produzidos determinados sentidos.

No caso do autor do texto didático, mesmo que ele esteja inscrito em uma determinada FD, este irá se apropriar em determinados momentos de outras FD's para legitimar seu discurso. Em outras

palavras, no discurso, os sujeitos podem assumir diferentes posições, ora falando como professor, ora falando como um cientista, etc. Tudo isso com o intuito de validar suas ideias e antecipar-se a forma como o outro poderá eventualmente produzir sentidos. Conforme aponta Galieta (2013), podemos perceber então que, ao mesmo tempo em que o autor tenta se aproximar de seu leitor utilizando algo supostamente já presente em suas experiências de vida e em seu cotidiano, há uma forte presença de um discurso científico e também de um discurso pedagógico que ressalta aquilo que já foi vivenciado por ele em estudos anteriores, como nos enunciados a seguir, encontrados na coleção analisada e descritos no Anexo 2:

#### DISCURSO COTIDIANO:

“E imagine o que ocorreria se você não sentisse dor quando, sem notar, encostasse a mão em uma panela quente” (Unidade 2 – p. 305)

“Portanto, além do desequilíbrio ecológico causado e de implicações éticas (que direito temos de provocar a extinção das espécies?), a perda da biodiversidade reduz também a chance de descoberta de medicamentos e outros produtos”. (Unidade 2 – p. 197)

“Talvez você já tenha encontrado goiabas como a da foto, com os chamados bichos-de-goiaba. São larvas que se desenvolvem a partir de ovos de espécies de moscas que são depositados na fruta” (Unidade 1 – p. 284)

Note que o autor se aproxima do seu leitor com questionamentos e suposições como se estivesse em um diálogo com o seu leitor. Acima, as palavras grifadas por nós, tais como “Imagine”, “Talvez você...” e “se você” referem-se a situações hipotéticas, que levantam dúvidas e se assemelham a um diálogo cotidiano. É como se o autor estivesse em um bate-papo com o seu leitor, direcionando-se

diretamente a ele, mesmo sem conhecê-lo ou sem ter uma ideia formada sobre quais seriam suas respostas para tais suposições. Esse é o trabalho do mecanismo de antecipação, em que o autor cria uma imagem de seu leitor, e muda sua forma de falar de acordo com o que imagina que seu leitor reagirá. Ao utilizar a fala “Que direito temos...?”, também vemos essa postura de aproximação com o leitor, mas com uma pequena diferença: ao não utilizar-se mais da segunda e terceira pessoa do singular (“Tu” ou “Você”), passando a utilizar a primeira pessoa do plural (“Nós”) na forma de sujeito oculto, naquele momento, o autor não se refere mais apenas ao professor, ao aluno ou aos cientistas. A utilização do “nós” refere-se a uma posição de igualdade e/ou de diálogo, onde o autor se coloca no mesmo patamar de seus leitores. Porém, esse discurso de igualdade não se mantém ao longo do livro didático.

Observamos que os discursos que se aproximam de uma linguagem cotidiana estão, em sua maioria, presentes no início do capítulo. Há uma série de questionamentos e explicações que introduzem um determinado assunto e buscam aproximar o leitor do tema que será retratado naquele capítulo. Tal como nas palavras do epistemólogo Bachelard (1996), também citados por Souza (2000) e Giraldi (2005), isso ocorre apenas nas primeiras páginas. Logo após, o discurso volta a ser neutro, afastando-se da linguagem comum. Não há mais espaço para perguntas dos alunos ou para o senso comum, pois estas dúvidas são substituídos pela autoridade do professor, restando ao aluno apenas a posição subalterna de prestar atenção as explicações que serão dadas. Muito raramente (como é o caso do primeiro enunciado sobre a situação hipotética de queimar-se em uma panela quente) aparecem falas no corpo do texto que se dirigem diretamente ao aluno.

#### DISCURSO PEDAGÓGICO:

“No capítulo 13, vamos estudar a estrutura dos ácidos nucleicos e ver também como essas moléculas, em interação com outros sistemas de controle, orientam a síntese de proteínas na célula” (Unidade 1 – p. 61)

“O centrossomo atua na organização do fuso mitótico das células animais. Esse fuso é um conjunto de fios que atua no movimento dos cromossomos durante a divisão celular, como veremos no capítulo 14.” (Unidade 1 – p. 98)

No entanto, como veremos no terceiro volume, para que um embrião do sexo masculino se desenvolva, é necessário a presença de um gene específico no cromossomo Y, o que pode não ocorrer. (Unidade 1 – p. 188)

Note algumas regularidades nesses discursos: “vamos estudar...”, “como veremos... no capítulo/volume/adiante”, dentre tantos outros discursos desse gênero. Vemos então uma intenção do autor em chamar a atenção do aluno para temas que serão abordados, tal como um professor que explicita ao seu aluno um tema será aprofundado posteriormente. É como se o autor assumisse a posição do professor, falando ao aluno para que ele não precisa se preocupar com um determinado conteúdo naquele momento, pois o “professor” colocou o tema em pauta brevemente apenas para que se observe a sua importância e assim, aos poucos, o aluno possa se familiarizar com aquela temática, com isso fazendo algumas relações prévias entre os temas que serão estudados em detalhes ao longo do tempo.

“A atividade enzimática foi estudada no volume 1 desta coleção e é vista também em Química”. (Unidade 2 – p. 240)

“Em geral, nas fêmeas eles são idênticos; nos machos, um dos cromossomos é idêntico ao das fêmeas, e o outro é diferente. Reveja a figura 15.4 no capítulo anterior.” (Unidade 1 - ‘p. 187)

Enunciados como “vamos rever...”, “foi estudada...”, “Reveja a figura...”, dentre outros, mostram justamente o contrário: ao utilizar o

verbo no passado, há uma tentativa do autor de justificar que aquele tema já foi trabalhado e, portanto, pressupõe-se que o aluno já tenha familiaridade com ele, sendo o papel do autor, na aparente posição de professor, apenas lembrar ou revisar tais conteúdos. Como aponta Galieta (2013), o discurso pedagógico se torna comum justamente pelo fato de que o autor pressupõe que aquele texto não teve início naquela seção. É óbvio que alguns destes conteúdos já foram vistos anteriormente pelo aluno, em outras unidades estudadas anteriormente e até mesmo no Ensino Fundamental. Porém, isso não significa que houve uma aprendizagem efetiva. No entanto, o autor espera que o aluno já tenha conhecimentos mínimos daquilo que está sendo abordado. Assim, como supostamente já foi abordado no volume 1 da coleção temas como a composição das células neuronais e a atividade enzimática, o autor espera que o aluno tenha esses conhecimentos ao aprofundar sobre o assunto no volume 2, de forma a dar continuidade, de maneira linear, aos capítulos do livro. Mas isso realmente ocorre?

Sabemos que a realidade escolar é muito complexa e que, muitas vezes, o professor não consegue dar continuidade ao seu trabalho. Muitos fatores, como as longas jornadas de trabalho, um falho projeto de carreira, a demora na efetivação no cargo, a troca constante de professores, a necessidade de afastamento de sua função por motivos de saúde, as motivações extraclasse que acabam por diminuir o número de aulas do ano letivo (datas comemorativas, atividades extracurriculares, reuniões, etc.), dentre tantos outros empecilhos, acabam muitas vezes por impossibilitar um trabalho contínuo do professor, e portanto impede que se trabalhe de forma tão linear os conteúdos. O currículo pode até ser parecido entre as escolas, mas não é trabalhado da mesma forma. É necessário pensar nas especificidades de cada aluno, e portanto os ritmos de trabalho são variados. Além disso, comumente um livro didático pertencente a um determinado ano letivo possui mais de 300 páginas, como é o caso do livro analisado, e por isso essa grande quantidade de conteúdos torna-se difícil de ser trabalhada, mediante tantos problemas, no decorrer de um ano letivo.

Não obstante, podemos apontar que mesmo que o professor conseguisse trabalhar todos os conteúdos do livro didático e que o aluno fosse capaz de estudá-los afincamente, seria a melhor maneira seguir o livro

didático de forma fiel, capítulo por capítulo, como se fosse este “dono da verdade”? Como apontamos no capítulo 1 e 3 deste trabalho, uma das grandes críticas ao livro didático está justamente em sua utilização como única fonte de conhecimentos válidos na sala de aula, principalmente quando o professor o segue acriticamente, sem refletir sobre seu conteúdo (GOLDBACH; BEDOR, 2011, CORACINI, 1999, BRÃO; LAPENTA, 2011, dentre outros). Qual seria o papel do professor caso ele tivesse que seguir linearmente todos os capítulos do livro didático? Para pensar essa questão é necessário pensar sobre como isso se relaciona com a leitura para a AD. Conforme aponta Felicíssimo (2009), para a AD a leitura é vista como produção de sentidos, onde o interlocutor não apenas busca sentidos que são propostos pelo texto, mas também interage com os seus discursos do texto e com os discursos que constituem o leitor, e são acionado no momento da leitura. Dessa forma, seguir o livro didático linearmente, material que como aponta Giraldi (2005, 2010) apresenta uma grande cientificidade e neutralidade, acaba por instaurar um modelo de leitura que se configuraria em um sentido único, desconsiderando outros sentidos possíveis que poderiam ser produzidos pelos alunos. E conforme Giraldi (2010) aponta, é necessário abrir-se para outras formas de leitura e escrita na escola, de forma a produzir visões mais críticas no Ensino de Ciências. Como apontamos também, o livro didático deve ser um dos materiais possíveis na sala de aula, mas nunca a única alternativa (GOLDBACH; BEDOR, 2011). Por isso, torna-se ainda mais complexo pensar que um professor, que busca trabalhar com diferentes fontes e métodos de ensino, possa ter trabalhado todo o conteúdo fornecido em capítulos anteriores do livro didático. Muito menos acreditamos que esse trabalho poderia ser elaborado exatamente da forma proposta pelo livro.

Além disso, os autores nos trazem uma sensação de completude ao tentar mostrar que tudo aquilo que é necessário para entender um determinado tema (que aparentemente parece ser considerado pelos autores como um tema mais complexo do que os anteriores), já foi ensinado em outras seções, capítulos ou unidades. É como se o livro didático pudesse/tivesse dar/dado conta de abordar todos conhecimentos necessários para que o aluno passe a um outro nível, mais complexo, de aprendizagem. Observe, por exemplo, o seguinte enunciado:

“Antes de iniciar o estudo do sistema nervoso, vamos rever alguns aspectos importantes sobre a principal célula desse sistema: o neurônio, estudado no volume 1 desta coleção” (Unidade 2 – p. 288).

Neste enunciado apresenta-se a importância de rever alguns aspectos estudados no volume anterior, para compreender o sistema nervoso abordado naquele capítulo. Note que, apesar de admitir a incompletude e as limitações dessa revisão ao dizer que serão revistos alguns (e não todos) aspectos importantes, a arbitrariedade de importância fica a cargo do autor. Para quem é importante rever tal conteúdo? Porque se deve privilegiar aqueles aspectos abordados? Outros conteúdos não seriam igualmente importantes para compreender a questão? Essas são algumas contradições que podemos pensar ao observar a ausência de algo que justifique a escolha por rever alguns conteúdos e não outros. Lembrando que a seleção de conteúdos também é um posicionamento ideológico do autor e que, ao escolher determinados conteúdos, o autor silencia tantos outros conhecimentos que poderiam ser importantes para o processo de aprendizagem, hierarquizando conhecimentos em um currículo que deve ser seguido. Podemos observar esse privilégio de determinados conteúdos pela não explicitação dos motivos pelos quais estes foram escolhidos.

Ao longo de toda a coleção analisada esse silenciamento está presente e isso se marca principalmente nos enunciados que se referem ao que será estudado futuramente, sem explicitar o porquê isso deverá ser estudado e porque determinados conteúdos foram selecionados. Dentre os conteúdos silenciados ao longo da coleção estão os conteúdos de Genética Moderna, que aparecem apenas em alguns momentos no corpo do texto. Apenas algumas unidades sobre Citologia tratam de forma mais aprofundada algumas questões sobre o DNA e divisão celular. Na maioria das vezes esses temas encontram-se principalmente em caixas de texto como curiosidades. E como observado anteriormente, não há uma explicação pela escolha de outros conteúdos, e não estes.

## DISCURSO CIENTÍFICO:

“Essa forma mais simples de reprodução é chamada de **conjugação** e ocorre também em alguns protozoários, como o paramécio, que se unem e trocam material genético contido em pequenos núcleos, os micronúcleos.” (Unidade 1 – p. 189)

Note que no enunciado acima, o autor, ao dizer que uma determinada forma de reprodução é “*chamada de*”, está se referindo ao modo como a ciência estabeleceu que a forma de reprodução que ocorre por meio da troca de material genético deve ser chamada. Em outras palavras, é o discurso científico que determina o que pode e deve ser dito (FD) sobre aquele tema. Em outras palavras, o discurso científico ao nomear determinados processos biológicos, determina aquilo que pode ser dito. Tratando-se de uma FD própria à ciência, não abre-se espaço para outras visões ou formas de denominar aquele processo biológico, fechando-se em uma maneira de pensar a ciência que apresenta uma única forma de pensar, uma única visão de mundo. Marca-se ainda mais este fator ao observar-se que o termo “conjugação” aparece em negrito, sendo destacado a forma “correta” e que o aluno deve aprender a utilizar.

“Essa é uma das formas básicas de definir espécie: é o **conceito biológico de espécie**, muito utilizado no estudo da evolução. No entanto, essa definição tem limitações: não pode ser usada, por exemplo, para fósseis, visto que não podemos observar sua reprodução, nem para os organismos que possuem apenas reprodução assexuada. Nesses casos, podemos identificar uma espécie por semelhanças na anatomia, na fisiologia ou no DNA de seus indivíduos.” (Unidade 2 – p. 13)

Já no enunciado sobre “*o conceito biológico de espécie*” podemos notar certa relativização ao ser evidenciado que esta é uma,

dentre as várias definições de espécie existentes. No entanto, sabemos que essa relativização não se dá por uma abertura à polissemia (a outros sentidos possíveis), mas por haver uma indefinição no conceito de espécie até mesmo para a própria Ciência. Isso porque, em muitas teorias científicas, apesar das evidências (ou tentativas de as impor), ainda não há definições precisas sobre alguns conceitos, como é o caso da teoria da Evolução. Podemos constatar que se trata de um discurso relacionado à Ciência, ou seja, de um conceito polissêmico dentro do discurso científico, mas parafrástico diante de outros discursos, quando no enunciado aparece “*podemos identificar uma espécie por...*”, se referindo aos métodos que os cientistas definem como possíveis para tal identificação. Ao se referir a esses métodos, há uma referência ao cientista, pois não é qualquer indivíduo que pode/é autorizado/possui o conhecimento para identificar uma espécie por meio destes métodos. Temos então dois aspectos: por um lado há a admissão de que a ciência e seus modelos não são verdades absolutas e possuem limitações, o que vai ao encontro de uma epistemologia mais crítica, tal como as discussões de French (2009) apontam; e por outro lado, continua-se uma estabilização de sentidos por meio de discursos de neutralidade e objetividade científica.

Por outro lado, notamos também que não há meros discursos de completude no texto analisado, pois o autor admite que há outras definições possíveis para determinados conceitos, como é o caso do conceito de espécie. Isso é um fator importante, e que vai de encontro com o que foi encontrado nas análises de um livro didático realizada há cerca de 10 anos por Giraldi (2005), onde foram encontradas descrições fechadas e com ideias de completude sobre alguns conceitos, como o conceito de “vida”. Lembrando que tal como outros conceitos (como de espécie, de vírus etc.), o conceito de vida não possui consenso na Ciência, e por isso torna-se importante que não se tente estabilizar o conceito com um único sentido possível (no caso, o sentido escolhido pelo autor). E por que acontece essa tentativa de estabilização de sentidos? Porque na escola o discurso científico é um discurso de autoridade, hegemônico, sem espaço para questionamentos ou incertezas. A Ciência apresentada é positivista, neutra, estática. Nesse sentido, talvez por isso seja mais fácil trazer conhecimentos da Genética

Clássica do que da Genética Moderna na qual ainda há várias incertezas tanto sobre as tecnologias e os processos de produção de conhecimentos, quanto dos impactos destes na sociedade e no ambiente. Dessa forma, vemos que houve alguns avanços no livro didático: o livro, que antes se apresentava como completo, com todas as informações necessárias e precisas para alunos e professores, começa a relativizar, a admitir, ao menos em alguns momentos, sua incompletude. Observe os enunciados a seguir:

Alguns cientistas acham mais provável que o primeiro gene tenha sido feito de RNA ou de alguma molécula semelhante simples, uma espécie de pré-RNA (figura 23.9).” (Unidade 1 – p. 289)

“Os dinossauros se extinguiram há 65 milhões de anos. A causa ainda é discutida pelos cientistas.”

No enunciado “alguns cientistas acham” ou “a causa ainda é discutida pelos cientistas”, ao ser colocada a dúvida, marcada pelos termos “acham” e “ainda”, também temos uma relativização da ciência e de seu caráter de verdade. Porém, a ciência e seus cientistas ainda são seres privilegiados no discurso, como se fossem seres iluminados, distintos da sociedade e, portanto, os únicos permitidos a “achar” e discutir algo.

Também percebemos a forte marca de autoridade da ciência no livro didático por meio do silenciamento de outros discursos existentes. Obviamente, o livro didático trata-se de um intertexto. Em outras palavras, o texto do livro didático possui (e é constituído) a partir da relação de diálogo com outros textos. No entanto, esta relação não é explicitada tal como ocorre em um artigo científico ou uma dissertação/tese. No livro didático não encontramos citações, sendo apresentadas apenas ideias consideradas consensos na comunidade científica, ou seja, que estão estabilizadas e consolidadas no meio científico e no Ensino de Ciências (GIRALDI, 2005, NASCIMENTO; ALVETTI, 2006). Podemos dizer então que um campo científico é construído por sua prática social, na qual se estabelece o que pode e

deve ser dito, ou seja, as respectivas FD (GALIETA, 2013), como é o caso dos discursos que se estabilizam sócio-historicamente e constituem um determinado campo de conhecimento, como, por exemplo, o campo denominado Genética (MONTALVÃO-NETO, 2015). E como se constituem as FD no livro didático? Na coleção didática observamos que o autor se usufrui de algumas FD diferentes, colocando-se em suas falas no lugar de um cientista, de um professor e ou de alguém do cotidiano. Então, podemos dizer que a constituição do livro didático, em termos de discurso, é híbrida. Em outras palavras, há várias FD.

Temos que apontar ainda que a lógica (o modo como se constituem) dos textos didáticos é diferente lógica dos textos científicos. Os textos didáticos são repletos de definições, descrições e classificações, e “ora é apresentado o conhecimento científico, de forma impessoal, monológica, neutra e objetiva, ora se estabelece um diálogo com o leitor do texto”, que, no caso, seria o aluno (GIRALDI, 2005, p. 39). Em outras palavras, o texto didático tem como função buscar modos de explicar determinados conceitos, em uma tentativa de produzir determinados efeitos de sentido em seus interlocutores, sentidos estes normalmente vinculados a Ciência, mas que possuem uma natureza diferente do conhecimento científico, visto que o conhecimento escolar está atrelado (ou deveria estar) também a outros fatores éticos, sociais, políticos, ideológicos, etc. (GIRALDI, 2010). Por outro lado, o conhecimento científico costuma apresentar-se de forma neutra, objetiva e com conceitos fechados. Nessa lógica, como vimos (e também como veremos), o autor constantemente busca explicitar um termo científico, tal como **conjugação** ou como o **conceito biológico de espécie**, em negrito para designar um conceito ao qual quer chamar atenção, por considerá-lo essencial, importante para a ciência, pretendendo assim defini-lo. Veja alguns exemplos a seguir:

“Já no grupo de vírus de RNA conhecidos como **retrovírus** (retro = atrás), esse ácido sintetiza uma molécula de DNA” (Unidade 2, p. 24)

“Apoiado em um grupo de ribossomos, chamado **polirribossomo** ou **polissoma** (*polys* = muito), o RNA comanda a sequência de aminoácidos da proteína”. (Unidade 1 – p. 99)

Note que, além das regularidades apresentadas, nesses discursos vemos ainda a incidência de explicações das terminologias latinizadas (em latim) por meio de seu significado em português. Ao longo de todo o texto é comum utilizar-se da origem de nomes e da nomenclatura para tentar estabelecer relações entre aquilo que o aluno conhece e o nome científico dado a determinada coisa. Como é dito na AD, há uma ligação entre palavra e coisa (Foucault, 1996), entre estrutura (a língua) e o acontecimento (Pêcheux, 1990), ou no caso, a denominação científica, aceita na atualidade, para designar uma determinada coisa. Alguns outros exemplos a seguir nos mostram essa regularidade:

“O nome da classe deve-se ao fato de o pé localizar-se na região ventral (*gaster* = ventre; *podós* = pés)” (Unidade 2 – p. 149)

“A célula da bactéria é uma célula procariota ou **procariótica** (*pró* = anterior; *karyon* = núcleo; *onthos* = ser)” (Unidade 1 – p. 79)

“A célula **eucariota** ou **eucariótica** (eu = bem, verdadeiro), medindo entre 10  $\mu$  e 100  $\mu$  de tamanho, é bem maior e mais complexa que a procariótica.” (Unidade 1 – p. 80)

De acordo com Giraldi (2005), apesar dessas traduções poderem ser eficazes em termos pedagógicos, principalmente por aproximar-se da linguagem utilizada no cotidiano, possuem uma clara intenção de cientificidade, em uma busca de estabilizar sentidos unívocos, ou seja, com a pretensão de produzir um único (efeito de) sentido em seu leitor. Mas o que significaria para um aluno definições como “ventre nos pés”, “ser pró-núcleo” ou “bem verdadeiro”? Em que ajudaria a compreender o que é um gastrópode, um procarionte ou um eucarionte? Muito provavelmente essas traduções vagas pouco ajudariam a uma clara compreensão desses seres vivos, podendo inclusive gerar confusão ao abrir margem a várias interpretações possíveis. Em outras palavras, o sentido literal da palavra, tal como

ocorre na tradução literal de outra língua (como do inglês para o português, por exemplo), pode ocasionar conflitos, principalmente quanto à compreensão que o aluno pode ter a respeito daquilo que se busca ensinar. Nesse sentido, o papel do professor nesse caso se faz extremamente importante, visto que este poderá trabalhar em busca de produzir sentidos interessantes para o Ensino de Ciências.

A objetividade e neutralidade científica do livro didático em questão são demarcadas principalmente em algumas concepções epistemológicas de Ciência, pois apesar do autor afirmar que *“Não há um método para conceber ideias novas, descobrir problemas ou formular hipóteses”* (p. 27), no capítulo 1 da unidade 2 mostra-se uma grande afinidade pelo método das hipóteses, ou também chamado de método hipotético-dedutivo. Podemos observar isso no seguinte apontamento: *“A partir de hipóteses, o cientista pode fazer previsões e testá-las por meio de observações ou experimentos”* (p. 27). Em uma releitura de French (2009), Montalvão-Neto, Miguel e Giraldi (2015) apontam que nesse método “o cientista é considerado um ser iluminado, e o contexto de descoberta se dá pela elaboração de hipóteses, que pode surgir de forma criativa/inspiradora e a partir da hipótese deduzida é realizada uma série de experimentações para comprová-la ou rejeitá-la (p. 3). Como nesse método as sistematizações e anotações detalhadas têm papel importante, é fácil entender que a compreensão de ciência do livro didático seja de caráter neutro e objetivo, no qual se detalha as classificações e denominações de forma a ser o mais preciso possível, tal como demonstrado nas traduções que detalham as terminologias utilizadas na ciência. No entanto, tal como aponta Possenti (2009), muitos enunciados podem ser compartilhados por mais de um discurso, e por isso é comum que na Ciência haja uma maior afinidade por mais de um método. Nesse sentido, há passagens do livro didático analisado que também demarcam alguma afinidade por outros métodos, como o indutivo ou o heurístico.

Apesar das críticas em relação à imposição de neutralidade e de caráter de verdade que vários discursos buscam colocar sobre a Ciência, não podemos ser ingênuos a ponto de engrandecer a Ciência, nem a ponto de desvalorizá-la. Ao discutirmos o discurso científico e o discurso cotidiano temos de estar cientes de que o discurso científico

não é qualquer um, mas também não é mais ou menos “verdadeiro”<sup>14</sup> do que outros discursos. É o que nos traz Possenti (2009), ao colocar que um discurso comum pode ser verdadeiro e um discurso científico pode ser falso, e vice-versa. Dessa forma, não é o tipo de discurso que nos coloca a posição de verdade. Essa posição surge mediante regularidades, que tornam o discurso provisoriamente constituído como uma verdade, em um dado momento histórico. E o fato da verdade ser algo historicamente construído não significa que ela não exista. Para Possenti, aliás, são ingênuas as simplificações que endeusam ou denigrem o discurso científico. O discurso científico não é qualquer um, mas também não é unívoco. É necessário então colocá-lo em seu lugar. Possenti aponta ainda que para Foucault a ciência não tem uma norma e não funciona como ciência numa dada época com seus modelos, códigos e valorizações. Trata-se de um conjunto de discursos e práticas discursivas que se repetem e estabilizam, constituindo-se, mais tarde, como Ciência. Portanto, trabalharemos aqui com a crítica a neutralidade e a verdade absoluta da Ciência, mas sem nos esquecermos que esse discurso não pode ser relativizado a ponto de deixar de lado todo o seu cientificismo e a ponto de não corresponder a verdade alguma. O que nos posicionamos contra é apenas a produção de sentidos únicos, que não permitam ao aluno observar criticamente as construções sócio-históricas, relações de força e relações culturais que permeiam a Ciência.

Podemos apontar também como uma regularidade discursiva do texto do livro didático a separação entre áreas de conhecimento ao longo de todo o texto. Em suas propostas, explicitadas principalmente no Manual do Professor, os autores e colaboradores na elaboração do texto do livro didático explicitam intenções em realizar correlações entre a Biologia e outras áreas do conhecimento, ou seja, em realizar um trabalho interdisciplinar, principalmente embasando-se na justificativa de que vários documentos oficiais como a Lei de Diretrizes e Bases

---

<sup>14</sup> Consideramos como verdadeiro aquilo que é aceito e instituído socialmente por um grupo de pessoas. No caso da ciência, aquilo que é dito como verdadeiro provém de convenções realizadas por um grupo de cientistas. Cabe ressaltar ainda que a verdade se dá em um dado momento histórico, não sendo algo definitivo ou absoluto.

(LDB) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN e PCN+) apontam como necessárias ações que permitam romper com a setorização e o reducionismo do conhecimento em diversas disciplinas. No entanto, diversos trechos ao longo da coleção didática abordam de maneira muito rasa a relação entre o campo da Biologia e outras áreas do conhecimento, principalmente a Física e Química, que são as mais citadas ao longo de toda a coleção didática. Por vezes, algumas rasas citações referindo-se a relação entre as Ciências Humanas (como História, Ciências Sociais e Geografia) também são elaboradas, geralmente em um único parágrafo. Assim, de forma geral, as tentativas de explicações acerca das relações entre a Biologia e outras áreas do conhecimento acabam por serem apenas observações, sendo citado apenas que existem relações sem de fato explicar quais seriam e, portanto, sem realizar uma abordagem interdisciplinar. Algumas passagens nas quais isso pode ser observado podem ser notadas a seguir:

“O estudo das imagens formadas por lentes convergentes (e também pelas lentes divergentes, usadas na correção da miopia) é feito em uma divisão da Física, a Óptica. (Unidade 2 – p. 300)

“Todas as áreas do conhecimento se valem de modelos. Assim como a Química utiliza o modelo de átomo, a Biologia usa o modelo da molécula de DNA e o modelo de membrana plasmática, por exemplo, para explicar as propriedades da célula.” (Unidade 1 – p. 29)

É possível observar que as disciplinas Química e Física, em muitos desses enunciados, assumem “vida própria”. Essas áreas de conhecimento, devido a sua autoridade, legitimidade e neutralidade científica, são autorizadas a dizer. É como se falassem por si. Nota-se também que este é um meio de destituir a obrigação do autor em explicar todos os conceitos que seriam, teoricamente, necessários para compreender um determinado conteúdo. Se a proposta do livro didático é um trabalho interdisciplinar, nos parece um tanto contraditório “fugir” de certas explicações em que se poderia realizar um trabalho de diálogo

com outras disciplinas. Além disso, sabendo das dificuldades que atravessam o ambiente escolar, tal como abordamos no capítulo 1 desse trabalho, admite-se que, muitas vezes, os professores não conseguem realizar seu trabalho adequadamente por falta de estrutura escolar, planos de carreira, condições de trabalho, dentre outras adversidades escolares, o que dificultaria um trabalho em conjunto (seja de forma interdisciplinar ou não) ou mesmo cumprir igualmente todo o cronograma em cada disciplina.

No entanto, apesar de no corpo do texto não se observar tal relação interdisciplinar, é possível perceber uma tentativa de realizar com o aluno e o professor um trabalho com esse caráter em atividades propostas para serem realizadas dentro de sala de aula, intitulada “Trabalho em Grupo”, no qual o autor propõe algumas pesquisas que podem envolver outros professores, além de profissionais de outras áreas (como dentistas, médicos, nutricionistas etc.) e agentes da comunidade escolar (como pais, vizinhanças, funcionários, etc.).

“Em grupo, escolham um dos temas a seguir para pesquisar (em livros, CD-ROMs, internet, com o auxílio de professores de outras disciplinas. Depois, apresentem os resultados do trabalho para a comunidade escolar (estudantes, professores e funcionários da escola e pais ou responsáveis). Verifiquem também a possibilidade de convidar profissionais da área de saúde (médicos, nutricionistas e dentistas) para a realização de palestras para a comunidade escolar sobre alimentação e importância da higiene bucal”. (Unidade 2 – p. 248)

“Em grupo, escolham um dos temas a seguir para pesquisar (em livros, na internet, em entrevistas com médicos e outros profissionais da área da saúde e sexualidade). Depois exponham suas conclusões da pesquisa para a classe e para o resto da comunidade escolar. Vocês também podem tentar entrevistar pesquisadores (de universidades ou centros de pesquisa) da área de saúde e

sexualidade e convidar esses profissionais para ministrar palestras para a comunidade escolar sobre um dos temas especificados. Finalmente, informem-se se na região em que vocês moram existe alguma universidade, centro médico ou instituição que desenvolva atividades para educar a população contra a concepção e planejamento familiar e vejam se é possível agendar uma visita ao local.” (Unidade 1 – p. 210)

Sobre os enunciados destacados acima, notamos que há uma regularidade expressa na maioria das atividades desse tipo (Trabalho em Grupo) propostas ao longo do livro didático. Quase todas as atividades iniciam com a expressão “Em grupo”, indicando ao aluno que trabalhe com outros colegas (com o coletivo). Nessas atividades também são propostos temas a serem escolhidos pelos alunos, ou seja, estes devem seguir a proposta de trabalho do autor, escolhendo um dos temas sugeridos por ele. Essa escolha do tema, selecionado previamente pelo autor, possui como ponto positivo a possibilidade de um direcionamento da atividade em sala de aula, de acordo com o que foi apresentado no capítulo estudado, com o intuito de unir a teoria apresentada à prática de pesquisa. No entanto, esse direcionamento, que ocupa uma posição pedagógica (como se o livro didático tentasse assumir o lugar do professor ao instruir como o aluno deve fazer a atividade), pode limitar a ação do professor, e mesmo dos próprios alunos.

Observa-se ao longo do livro certa preocupação com questões socialmente relevantes, como por exemplo:

“Nem todos os países aceitam a clonagem de embriões humanos para fins terapêuticos, e a maioria condena clonagem com fins reprodutivos. Mas, mesmo na terapêutica, há problemas éticos. Embora algumas pessoas achem que os embriões utilizados sejam apenas um aglomerado de células, outras pensam que eles devem ser considerados seres humanos, com direitos como todos nós. Para essas pessoas, ainda que as células-tronco embrionárias estivessem sendo

utilizadas para salvar vidas, estariam sendo sacrificadas outras vidas para isso.” (Unidade 1 – p. 141)

“É importante que o governo e a sociedade lutem contra o preconceito e a discriminação para que a criança com síndrome de Down seja tratada e respeitada como membro efetivo da sociedade e tenha a oportunidade de interagir e desenvolver suas potencialidades. Essa é uma questão de ética e de cidadania. (Unidade 1 – p. 172)

Apesar da grande quantidade de definições, classificações e outras questões puramente científicas e conteudistas, em alguns momentos podemos perceber que o autor se preocupa em contextualizar, no corpo do texto, questões importantes para a sociedade, refletindo sobre problemas éticos, econômicos, políticos e sociais. É comum no texto desta coleção aparecerem contextualizações e problematizações, por exemplo, de problemas relativos a saúde pública, que acometem principalmente países periféricos ou em desenvolvimento (como os da América do Sul e África), como vemos nos dois primeiros enunciados. Um pouco menos comuns são as contextualizações do mesmo tipo para as questões de genética. Como podemos observar no Apêndice 2, os discursos referentes as unidades 1 e 2 do livro didático pouco possuem indagações com vertente social. Mesmo para aqueles capítulos que são basicamente voltados à Genética (como, por exemplo, os capítulos 12 a 15, da unidade 1, e os capítulos sobre Genética da unidade 3) poucas questões como estas são discutidas. No entanto, podemos ver algumas questões voltadas principalmente à ética, no que envolve as aplicações da Biotecnologia e, mais raramente, sobre as questões de saúde, como aconselhamento médico e anomalias genéticas, como mostra os enunciados acima.

Além das questões sociais, como podemos observar nos enunciados abaixo, uma série de aplicações tecnológicas, empregadas em prol de beneficiar atividades humanas, são explicitadas pelo livro didático:

“Com a clonagem, é possível gerar um rebanho inteiro a partir de um único animal que tenha alguma característica de interesse econômico (...). Também pode ser possível clonar animais resistentes a doenças, como a febre aftosa ou o mal da vaca louca. Ou mesmo clonar animais em risco de extinção (...). Outra aplicação é a produção de cópias de animais transgênicos, isto é, geneticamente modificados, portadores de genes de outros organismos.” (Unidade 1 – p. 141)

“Para evitar o risco de rejeição é preciso conseguir células-tronco compatíveis com as do receptor ou realizar clonagem terapêutica ou transferência nuclear (...). Essas células poderiam ser usadas em doenças do sistema nervoso, como mal de Parkinson e paralisia por lesões na medula espinhal, na diabetes e em doenças no coração. Mas essas aplicações ainda estão em fase de pesquisa e há problemas técnicos e de segurança que precisam ser resolvidos, visto que essas células podem gerar tumores. Outro problema é de ordem ética e diz respeito ao uso de embriões humanos na fase inicial como fonte de células-tronco.” (Unidade 1 – p. 227)

O conhecimento da Fisiologia, Anatomia e da Bioquímica, animal, vegetal e de microrganismos, e o desenvolvimento de técnicas em Biotecnologia e Biologia Molecular (Biologia Moderna), proporcionaram uma série de conhecimentos que permitem desenvolver técnicas que colaboram para uma maior produtividade e atendem a interesses econômicos. É o que Martinand, estudioso francês da Didática das Ciências, chama de Prática Social de Referência, e que também é ressaltado por Pêcheux (em sua fase inicial, ainda com o pseudônimo Thomas Hebert) como prática técnica. Simplificadamente, isso significa que são as demandas sociais que levam a utilização de determinado conhecimento da Ciência para aplicações práticas. Nesse sentido, tal

como a tecnologia, a linguagem também pode ser entendida como uma prática social (CASSIANI; VON LINSINGEN; GIRALDI, 2011). Reconhecendo ainda que os discursos não se referem apenas a conteúdos (temas estritamente científicos ou cotidianos) entendemos que aquilo que se fala e como se fala também produzem sentidos (PÊCHEUX, 1990, ORLANDI, 2001, CASSIANI; VON LINSINGEN; GIRALDI, 2011, dentre outros). Interessa-nos então pensar em como as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) são apresentadas no livro didático. Basicamente, então, podemos dizer que as aplicações científicas, que mediante as concepções do livro didático seria a tecnologia, são apresentadas em dois contextos no texto: a) em questões que envolvem a possível cura para doenças/problemas de saúde; b) aplicadas a atividades comerciais, como agricultura, agropecuária, atividades industriais, dentre outras.

No entanto, antes de discutir esses contextos, cabe ressaltar que essa visão de tecnologia como uma aplicação da ciência, em um pensamento que a considera como um uso eficiente e controle da natureza baseada em conhecimentos científicos, é um obstáculo para sua compreensão, pois essa concepção assume um status de neutralidade e autonomia (CAETANO; VON LINSINGEN, 2012), e deixam de considerar que a construção de uma tecnologia se relaciona com questões sociais, econômicas e culturais, que vão além de uma aplicação científica (FOUREZ, 2003). Por isso, é necessário refletir acerca da forma como a tecnologia é apresentada pelo livro didático, já que muitas vezes ela é colocada como mera aplicação da ciência, desconsiderando que a sua gênese está ligada a outros fatores.

Sobre os dois contextos apontados, podemos observá-los nos seguintes enunciados:

a) em questões que envolvem a possível cura para doenças/problemas de saúde;

“Uma linha de tratamento experimental é o uso de células-tronco, capazes de se transformar em diferentes tecidos e que podem recuperar as regiões do coração atingidas por um infarto. As

células-tronco são encontradas em embriões no início do desenvolvimento, no cordão umbilical e em alguns tecidos adultos.” (Unidade 2 – p. 264)

b) aplicadas a atividades comerciais, como agricultura, agropecuária, atividades industriais, dentre outras.

“O ser humano produz clones cortando e cultivando pedaços de plantas (mudas), que originam outras idênticas a elas. Algumas plantas, como a bananeira, só se reproduzem assim.” (Unidade 1 – p. 140)

Como vemos nos enunciados acima, a principal perspectiva de cura com técnicas moleculares está nas células-tronco e na clonagem. Por trás dessas questões há uma série de questões éticas, que colocam em dúvida a utilização deste tipo de técnica. Há, então, um discurso que contém ressalvas: ao mesmo tempo em que as técnicas moleculares aparecem como possibilidade de cura para muitas doenças, há um discurso de medo, gerado por um discurso de ansiedade, tal como Courtine (2015)<sup>15</sup> aponta, no qual muitos temem que esse tipo de técnica de manipulação de genes desconhecida possa ser prejudicial ou atingir questões éticas, como é o caso da utilização de células de embriões (ou seja, células de uma vida) para salvar outras vidas. Como discutido por Guimarães, Carvalho e Oliveira (2010):

“Nos últimos anos, os avanços nas Ciências Biológicas têm levado a sociedade a discutir diversas questões no campo da moral e da ética. Questões como engenharia genética, clonagem e pesquisas com células-tronco são questões chamadas de sociocientíficas por estarem na

---

<sup>15</sup> No IV Colóquio Internacional de Análise do Discurso (CIAD) realizado na UFSCar em 2015, o professor Jean-Jacques Courtine, considerado um dos fundadores do campo da Análise do Discurso, em sua conferência, ressalta a ligação entre esses dois discursos no mundo atual. A conferência pode ser vista em: [http://www.ciad.ufscar.br/?page\\_id=1091](http://www.ciad.ufscar.br/?page_id=1091)

interface entre a ciência e a sociedade.” (p.465)

Os autores ainda apontam que, apesar de muitos desses avanços parecerem promissores na Biologia, há mais reflexões sobre tais temas do que podemos enxergar, pois muitos cientistas desenvolvem seus trabalhos sem uma reflexão ética e muitas opiniões baseadas apenas nas emoções e nas crenças religiosas são emitidas, sem compreender a tecnologia envolvida. É papel, então, da escola, levar essas questões sociocientíficas (questões que levam em conta o impacto da ciência sobre a sociedade, principalmente os aspectos éticos e morais) para ser debatido pelos estudantes, de forma a estimular seu desenvolvimento e possibilidade de tomada de decisões frente às questões científicas e tecnológicas.

Além disso, podemos apontar como ponto positivo que, nesses discursos sobre os avanços científicos e tecnológicos, não há uma ideia salvacionista de ciência, ou seja, não vemos a intenção do autor em transparecer que a ciência e a tecnologia são a salvação da humanidade ou a resolução para os seus problemas (AULER; DELIZOICOV, 2001). Podemos dizer também que, conforme apontam Cassiani, Giraldi e von Linsingen (2012), no texto fala-se em Ciências e Tecnologias, visto que ambas são tratadas em vários vieses. Assim, no texto, vemos a ciência apresentada ora de uma forma cientificista e neutra, ora relacionada a contextos e problemas sociais. No entanto, apesar de serem contextualizadas algumas questões éticas e sociais, ainda presentes no texto muitos discursos que aparentam neutralidade, e apesar de alguns discursos científicos presentes no livro didático buscarem transmitir essa ideia, “não existe neutralidade, mas a ilusão da transparência da linguagem pode contribuir para a construção de sentidos em que se entende a ciência como neutra e objetiva, canônica e inumana, independente de quem fala, do momento histórico e do lugar em que está inserida” (p. 52). Em outras palavras, apesar de muitas vezes observarmos no texto discursos aparentemente neutros, sem sujeito (ocultando os cientistas e a história da Ciência) ou evidenciando como se apenas um único cientista iluminado descobrisse algo tão complexo e importante (apagando assim a história e os atores por trás dessa descoberta), os discursos, por mais que aparentem ser transparentes,

nunca o são.

É comum a impressão de que há apenas uma interpretação possível, e que o dito só pode significar de uma determinada forma, e é próprio da linguagem a noção de completude, de que tudo foi dito e que só poderia ser dito daquela forma. No entanto, é importante ter em mente que, tal como afirma Orlandi (2001), nem os discursos são completos e nem a linguagem é transparente, e os efeitos (de sentidos) produzidos pela linguagem poderão ser diferentes mediante as Condições de Produção (estritas ou amplas) em que o sujeito se insere. Mas o que vemos nos textos didáticos é a ideia do cientista como um ser iluminado, e uma grande ausência de atores e fatos da história da ciência, silenciando as condições de produção do próprio conhecimento científico.

“Na década de 1980, descobriu-se que, assim como as proteínas, moléculas de RNA também podiam funcionar como enzimas, elas foram chamadas de **ribozimas**. Embora hoje nenhum tipo de RNA consiga se replicar sem o auxílio de enzimas, o químico norte-americano David Bartel e seus colaboradores conseguiram produzir em laboratório um RNA artificial capaz de catalisar a união de nucleotídeos e formar um trecho de outro RNA. Embora não prove que algo semelhante tenha acontecido na origem da vida, isso encoraja pesquisas nesse sentido.” (Unidade 1 – p. 290)

“Enunciados gerais que descrevem regularidades que ocorrem em certas condições são chamados leis científicas ou princípios científicos. Em Biologia, por exemplo, há leis da hereditariedade, formuladas pelo cientista austríaco Gregor Mendel (1822-1884), e o princípio da seleção natural formulado por Darwin.” (Unidade 1 – p. 28)

Ao utilizar um verbo sem sujeito, ou seja, utilizar-se de um

sujeito indeterminado, o autor acaba por apagar os personagens da história da ciência que realizaram tal construção do conhecimento científico. Apesar de não colocar Bartel como o “descobridor” ou o “herói da ciência”, admitindo que ele obteve auxílio em suas pesquisas, não explicita-se os sujeitos envolvidos nesse processo. Dessa forma, após um relato sobre a reprodução de um RNA artificial, apenas um cientista é evidenciado (no caso, David Bartel) e outros sujeitos importantes nesse processo de construção do conhecimento são ocultados (os chamados colaboradores). Já no segundo enunciado, por exemplo, é atribuído a Gregor Mendel todo o processo de formulação das leis de hereditariedade, assim como se atribui a Darwin toda a formulação dos princípios da seleção natural. Sabemos que essa é uma visão que coloca o cientista, em uma posição de gênio (FRENCH, 2009), apagando todo o processo histórico de construção do conhecimento. Como Montalvão-Neto, Miguel e Giraldi (2015) apontam, anteriormente as teorias de Mendel, muitos outros sujeitos formularam hipóteses, realizaram experimentos e contribuíram para a compreensão da hereditariedade. Mendel teve seu mérito em suas escolhas e na forma com que utilizou os conhecimentos existentes até então, mas não elaborou nada sozinho, de forma iluminada.

De acordo com Cassiani, Giraldi e von Linsingen (2012) “é comum o silenciamento de que os conceitos têm suas histórias” e por isso também torna-se comum “a eliminação gradual dos sujeitos da ciência, dando a impressão de neutralidade e universalidade do conhecimento científico” (p. 48). Assim, tal como apontamos no capítulo 3, se faz importante o papel da história da ciência para contextualizar e apontar que a ciência não é algo linear e dogmático, ou seja, não é uma construção sem sujeitos ou de um único sujeito, tal como comumente se busca apresentar. De acordo com Flôr (2009), “tão importante quanto ensinar um conteúdo específico é trazer à tona os caminhos que a ciência percorreu para chegar até ele” (p.12). Por isso, mais do que ensinar Biologia, Física ou Química, pode-se ensinar sobre a sua construção, pensando em mostrar para os estudantes “a Ciência e seu desenvolvimento como parte de um processo histórico, que é produto da vida social e que leva a marca cultural de sua época” (NASCIMENTO; ALVETTI, 2006, p. 31).

Como apontado anteriormente, privilegia-se os conteúdos tradicionalmente estabelecidos nos currículos e livros didáticos (SILVÉRIO; MAESTRELLI, 2010). Por isso, é comum que mesmo tentando se aproximar de questões atuais sobre C&T, há uma tendência em manter as mesmas divisões de conteúdos, classificações, terminologias, etc. Como também explicitado no capítulo 1, por meio do texto organizado por Motokane e Valle (2005), ensinar questões atuais não necessariamente significa ensinar o novo. Assim, mais importante do que abordar as novas descobertas científicas e tecnológicas, é ensinar questões significativas ao contexto do aluno e as demandas da sociedade contemporânea. Porém, entendemos que tratar sobre compreensões de ciência, principalmente no que concerne a questões atuais, pode ajudar na interação do aluno ao mundo atual e nas formas de vê-lo, pois as classificações, terminologias etc., são formas de ver o mundo por meio da ciência.

Com essas análises, conseguimos observar algumas regularidades nos discursos das coleções didáticas 1 e 2 e na forma com que são apresentados seus conteúdos. Na próxima seção, analisaremos em maior detalhe o volume 3, que aborda especificamente os discurso de/sobre Genética, tentando compilar as possíveis relações existentes entre os 3 volumes da coleção didática analisada, compreendendo e ressaltando suas regularidades, antecipações e relações de poder.

### **– Um olhar sobre os discursos de Genética**

Partindo da concepção de que todo texto é passível de interpretação e de que nas relações permeadas pela linguagem há uma multiplicidade de sentidos possíveis, onde discursos de/sobre ciência e tecnologia não apenas comunicam conteúdos, mas o que se fala e como se fala também produzem efeitos de sentidos, além de que o não dito também significa (CASSIANI; GIRALDI; VON LINSINGEN, 2012), nossas análises se pautam na relação forma/conteúdo. Essa abordagem

não se inicia e nem cessa aqui, pois há um considerável tempo pesquisas diversas vêm apontando para a necessidade de tal enfoque.

Os resultados de pesquisas a respeito da educação científica no ensino fundamental e médio vêm apontando, nestas últimas três décadas, para a necessidade de significativas alterações nas já tradicionais interações entre forma e conteúdo que perduram sob matizes variadas no âmbito da prática docente (AMORIM, 2001, p. 47)

Em um olhar inicial sobre como se apresenta a linguagem do autor percebe-se que algumas tendências são marcadas. No início de todos os capítulos há uma tentativa do autor de aproximação do leitor, através de alguns pequenos quadros que fazem questionamentos como:

*“Por que os filhos são parecidos com os pais? Você conhece a primeira lei de Mendel? O que essa lei procura explicar?” (p. 12)*

*“Você sabe qual é o seu tipo sanguíneo? O que diferencia os tipos de sangue? O sangue doado pode ser transfundido para qualquer pessoa? Qual a relação entre grupos sanguíneos e a Genética?” (p. 46)*

*Você já pensou em quantas cores diferentes o olho humano pode ter?” “Quanto tons de pele podemos observar em pessoas diferentes? Como os genes podem interagir e influenciar o fenótipo?” (p. 58)*

Percebe-se nesses enunciados um movimento interessante ao se utilizar o pronome pessoal “*Você*”. O autor reporta sua fala diretamente para seu interlocutor de forma impessoal, em uma linguagem comum, de modo a se aproximar do leitor. A partir dessa linguagem seguem-se questionamentos que direcionam a algum tipo de conhecimento, tentando fazer com que o aluno estabeleça mentalmente relações entre o

seu cotidiano e as questões científicas, em uma aparente concepção construtivista. Entretanto, nota-se que essa linguagem não é permanente. No decorrer do texto apresentam-se enunciados marcados por um distanciamento dessa linguagem comum, apagando-se sujeitos e colocando a ciência de forma neutra, objetiva, que fala por si. O cientista, assumindo uma “posição-sujeito” que lhe confere autoridade, é colocado em um jogo discursivo onde se silencia outras formas de dizer e caracterizam-se relações autoritárias de poder. Em outras palavras, a voz do especialista sobrepõe-se as demais, silenciando-as, e a ciência assume uma forma unívoca de “verdade”.

Ao pensar nos silenciamentos que observamos no texto gostaríamos de lembrar que para que se diga algo é preciso que se deixe dizer o outro. O silêncio é constitutivo da linguagem no processo enunciativo, não sendo apenas a falta das palavras, mas uma forma de significar. Nesse jogo ideológico todos os dizeres são possíveis, mas ao enunciar o sujeito faz escolhas. E para produzir sentidos o silêncio se faz essencial. No entanto, apesar de sua essencialidade na linguagem, o silêncio pode atrelar-se a um âmbito hierárquico, onde relações de poder e ideologias hegemônicas predominam. Emprestando um conceito foucaultiano podemos dizer que há sempre a “*vontade de verdade*” (Foucault, 1996) por parte dos sujeitos, que impera em um jogo discursivo de poder.

Na primeira seção de Genética do livro analisado, intitulada “*Genética: o trabalho de Mendel*”, percebe-se um silenciamento de outros sujeitos da história da ciência. Há um efeito de sentido que atribui o campo da Genética apenas a um cientista, colocando-o na posição de autoridade do campo científico, em uma visão de ciência paradigmática. O título da seção posterior, “*A genética depois de Mendel*”, também deixa subentendida essa posição. Mendel, ao ser colocado como referência para definir o que vem antes ou depois do início desse campo de conhecimento, não apenas é referenciado como um marco histórico, como também é colocado como um cientista isolado, que realizou suas descobertas independentemente do contexto histórico anterior a si (MONTALVÃO-NETO; MIGUEL; GIRALDI, 2015). Mas antes de Mendel, não havia estudos sobre hereditariedade? Vários autores apontam para o fato de que as hipóteses de Mendel não eram tão

inovadoras quanto se retrata (JUSTINA et al., 2010; BRANDÃO; FERREIRA, 2009, LEITE; FERRARI; DELIZOICOV, 2001, dentre outros), sendo este influenciado pelos fatores sócio-histórico-culturais de sua época.

[...] a visão da herança biológica como um ato de transmissão de qualidades individuais dos pais ou ancestrais mais remotos à prole é uma das ideias mais antigas e simples sobre hereditariedade, sendo encontrada desde Hipócrates até Darwin (teoria da pangênese), incluindo Lamarck (herança dos caracteres adquiridos) e as definições biométricas de hereditariedade (JOHANNSEN, 1911 apud JUSTINA et al, 2010, p. 63).

No entanto, a história da ciência, com seus vários atores, é silenciada. Tal problema é comum em discursos científicos, onde “*as relações de poder produzem sentido de verdade pelo apagamento dos sinais da história*” (ADNOLFI, 2007, p. 1). No livro didático em questão, o autor coloca a frase: “*A semelhança entre pais e filhos foi explicada de diversas maneiras ao longo da história*”, porém, tal como já foi observado nos outros dois volumes da coleção, o autor exemplifica com algumas poucas explicações quem são esses atores que participaram da história da ciência, apagando demais contributos para além de Darwin e Mendel. As citações sobre a história da ciência ocorrem de forma impessoal, olhando apenas para uma escala temporal muito recente sobre algumas teorias de hereditariedade, pois o autor começa a explicar a história da genética a partir de 1750. As frases a seguir, mostram alguns exemplos:

*“Em 1750, alguns cientistas acreditavam na teoria da pré-formação.”* (p. 13)

*“No início do século XIX, outra teoria ganhou força: a teoria da epigênese, formulada em 1759.”* (p. 13)

*“Em 1868, o famoso cientista inglês Charles Darwin (1809-1882), criador do princípio da*

*seleção natural, defendia a teoria da pângnese.”*  
(p. 13)

Estes três enunciados marcam o silenciamento de questões históricas da ciência. Tal silenciamento, ligado a uma memória discursiva coercitiva, acaba por determinar os sentidos do que é tido como verdade científica, que são próprios da produção do discurso da ciência (ADNOLFI, 2007). Ao colocar que *até* mesmo o “grande” Darwin, “criador” das teorias evolutivas, acreditava no antigo paradigma pangênico, há um apelo para um discurso de quem é autorizado a dizer.

Em uma tentativa de contextualizar a história da ciência o autor coloca no livro algumas “caixas de texto”, separadas do corpo do texto, a qual se intitula “Biologia tem história”. Conforme apontamos no capítulo 3, Nascimento e Martins (2005) apontam que esse movimento de apresentar alguns temas em caixas de texto é comum, e ocorre devido à necessidade de contextualizar alguns conteúdos de apelo midiático ou para atender as exigências curriculares, mas os livros didáticos não integram de fato tais temas. Nessas caixas alguns outros contextos são abordados superficialmente, trazendo poucos cientistas que contribuíram para com a história da ciência apenas como uma forma de ilustração. Em algumas delas percebe-se a tentativa de desmistificar a ciência, colocando alguns fatos importantes, como, por exemplo, a teoria mendeliana não ser prontamente aceita pela comunidade científica (coletivos de pensamento). Porém, refere-se à história da ciência com algumas banalizações e superficialidades:

*“É tão comum que trabalhos científicos não sejam imediatamente reconhecidos pela comunidade científica, que esse é um fato muito discutido em Filosofia e História da ciência”* (p. 39).

Essa afirmação não é precedida de explicações sobre tal fato. Porque é comum tal questão? O que exatamente o aluno deve entender por Filosofia e História da ciência? Sem aprofundar tais questões o autor prossegue explicando a rejeição das teorias de Mendel, utilizando-se

apenas de pronomes indefinidos que não marcam quem fala e porque fala:

*“Para alguns, isso ocorreu porque as descobertas de Mendel foram ofuscadas pela polêmica acerca do livro ‘A origem das espécies’”. Outros acham que os agrônomos da época estava mais interessados em resultados práticos (...). (p. 39)*

Ao se utilizar os termos “alguns” e “outros”, são apagados do discurso os sujeitos de quem se fala. Trata-se de uma ciência que fala por si, sem explicitar seus sujeitos ou sua temporalidade. Em suma, percebe-se que a história da ciência é colocada como mera contextualização dos contextos históricos da produção do conhecimento científico (seja nas caixas de texto, ou no próprio texto), indo contra a perspectiva que acreditamos ser mais plausível: considerar a história e natureza da ciência também como conteúdos a serem abordados (GIRALDI, 2010).

Outras caixas de texto são colocadas sob vários aspectos e intenções. Alguns temas abordados estão ligados a tendências educacionais, amplamente discutidas nas pesquisas em educação nos últimos anos. Como aponta o Manual do PNL D, as caixas de texto (boxes) estão ligadas a temas estruturantes, como ambiente, saúde, cotidiano, tecnologia, ética e sociedade. Tal abordagem está diretamente relacionada a questões curriculares, como aponta Amorim (2001), que ao relatar sobre a formulação dos PCN diz que estes tiveram várias propostas que culminaram em um currículo que preconiza em sua organização temática (conteúdos) e princípios metodológicos (formas), como:

(...) cotidiano como ponto de partida; usar do conhecimento prévio do aluno; levar em conta o contexto histórico-social; tomar a natureza como laboratório; servir-se de uma metodologia ativa; interdisciplinaridade; visão globalizante da Ciência; relação entre ciência, tecnologia e sociedade (AMORIM, 2001, p. 49).

Visando dar respaldo e credibilidade ao livro didático, de forma a ser bem avaliado pelo PNLDEM, o que se vê é um esforço de autores em incorporar aspectos recomendados pelos PCN. Isso acontece em uma tendência a adicionar ao livro didático seções e “caixas de texto”, muitas vezes, desvinculadas do restante do capítulo, além de alguns cálculos sobre genótipo, de questões que tentam demonstrar interdisciplinaridade e algumas imagens e metáforas que buscam estabelecer relação com o cotidiano do aluno (NASCIMENTO; MARTINS, 2005). Observa-se então um movimento que busca contemplar os requisitos das exigências para comercialização, mas que na realidade não integra verdadeiramente questões relevantes. Vejamos alguns exemplos, analisando se as hipóteses de Nascimento e Martins (2005) também são válidas para o livro didático em questão.

Em um desses boxes, intitulado “Biologia e Saúde”, busca-se trazer algumas questões sobre o tema Saúde. Apesar de ser uma perspectiva interessante, ao abordar um tema socialmente relevante, em todo o texto de genética há apenas um *box* sobre o tema que aparece ao final de um capítulo, sem estabelecer diálogo com o corpo do texto. Esse *box* remete-se ao “aconselhamento genético”, e apesar de ser um tema informativo e de interesse social, esse tema é retratado de forma impessoal, mostrando o papel do cientista em uma posição de autoridade que autoriza-o a dizer sobre os riscos que um bebê pode ter ao nascer com um problema genético. Nessa perspectiva, há uma linguagem objetiva e neutra, onde o autor fala sobre o cientista afastando-se de uma interatividade com o aluno.

*“A avaliação dos riscos de ter um bebê com um problema genética que uma pessoa ou casal deseja ter filhos é feita por um médico geneticista” (p. 29)*

*“A identificação de vários genes permitiu desenvolver testes genéticos para a detecção de algumas doenças”. (p. 29)*

Nota-se que na primeira frase usa-se da posição-sujeito médico geneticista como forma de autoridade, enquanto na segunda frase há um silenciamento dos processos pelos quais se identificam genes. Quem os

identificou? Como? Também não é explicitado que tipo de testes são realizados para a detecção de doenças e nem como são feitos. A impressão aparente é de que a ciência fala por si, e por isso não é necessário explicitar seus métodos. Essa perspectiva traz o tema Saúde de forma descontextualizada. Tal temática, que vem sendo discutida em várias esferas sociais, é importante no contexto das disciplinas escolares, proporcionando reflexões críticas, tomadas de decisões e autonomia aos alunos.

Em outra caixa de texto, intitulada “Biologia e Sociedade”, a proposta aparentemente teria como intenção estabelecer relações que se aproximam das perspectivas CTS. Nota-se em todos os capítulos de Genética apenas duas dessas caixas. Há dois movimentos nos discursos de um desses boxes: marca-se uma tentativa de relativização, de contraposições de discursos, em um duelo que ora traz afirmações científicas, impessoais, e por vezes imperativas, denotando ordenação, e ora coloca-se enunciados de contraposição, minimizando os efeitos de sentido deterministas que o leitor por ventura possa ter:

*“**Não é correto** dizer que os genes determinam um comportamento: eles podem representar, **apenas em certos casos, uma entre outras** influências, agindo sempre em interação com o ambiente e a cultura. Os genes, **portanto**, poderiam conferir, **juntamente** com outros fatores, **apenas** um potencial para certos comportamentos”. (p. 28)*

*“**Além disso**, o fato de uma característica ser influenciada geneticamente **não significa** que ela seja, **por isso**, boa ou má, **ou que** não possa ser mudada”. (p. 28)*

*“**Pelo contrário**, com as armas de destruição em massa que o ser humano possui hoje, é vantajoso, **nesse caso**, estimular a cooperação e diminuir as disputas entre os povos, o que pode ser conseguido com educação, **por exemplo**”. (p. 29)*

Intencionalmente marcamos em negrito algumas palavras. Note que a cada afirmativa há uma tentativa de relativização. O autor tenta ponderar os sentidos que possam ser produzidos por seus leitores. Ao mesmo tempo em que afirma algo, coloca uma contraposição, de forma a diminuir o efeito determinista dos discursos científicos. Acreditamos que esta abordagem de relativização dos discursos possa ser uma perspectiva válida. Porém, este movimento não ocorre ao longo de todo texto, sendo mais comuns os discursos imperativos.

Outra “caixa de texto” intitula-se “Biologia e Cotidiano”. Nestas, observa-se uma tentativa de relacionar a ciência ao cotidiano do aluno. Mas será que tal abordagem realmente estabelece pontes com a realidade do aluno? Nota-se apenas um *box* do gênero nos conteúdos de Genética, que retrata a possibilidade de existir uma relação entre ser canhoto ou destro com fatores genéticos. Porém, este é um exemplo muito peculiar, abordado em forma de curiosidade. Não seriam necessárias abordagens mais relevantes socialmente? Freire (1987), em suas concepções de pedagogia libertadora, ao pensar em partir da realidade do aluno, pensa em emergir “*situações-limite*”, chegando-se a “*temas geradores*” para que se possam realizar aprendizagens significativas. Isso quer dizer que, nessa perspectiva, torna-se importante considerar problemas sociais agravantes, partindo das realidades locais para se chegar a problematizações que permitam ao aluno transformar sua realidade. Obviamente um livro didático, elaborado para um âmbito nacional de ensino, não daria conta de relacionar múltiplas realidades locais. Mas não seria possível utilizar-se de situações cotidianas mais críticas? Reais problemas sociais, como a violência, desigualdades sociais, dentre outros, não caberiam nesse contexto?

Observamos no decorrer do livro alguns trechos que fogem da forma tradicional e “conteudista” que se apresenta a Genética:

*“Em relação à saúde, os defensores dos transgênicos argumentam que os estudos não indicam nenhum problema” (p.101)*

*“Apesar dos benefícios, os transgênicos trazem também alguns riscos e uma grande polêmica entre cientistas e sociedade em geral (p. 101)*

*Em 2012, cientistas argentinos anunciaram que uma vaca clonada produziu leite com duas proteínas do leite humano, que atuam contra infecções e ajudam a evitar anemia nos recém nascidos.” (p. 100).*

Esses enunciados, pertencentes ao único capítulo que trata sobre a Nova Biologia, trazem alguns temas atuais como os transgênicos, a clonagem, o sequenciamento genômico, as técnicas de análise de DNA e os diagnósticos/terapia gênica. Tais abordagens são de amplo interesse social, sendo debatidas em várias instâncias. Porém, assuntos como estes, que poderiam proporcionar visões críticas aos alunos, abrindo possibilidades para a tomada de decisões frente às questões científicas e tecnológicas, são pouco abordados ao longo do texto, que se dedica quase que exclusivamente a Genética Clássica. Observa-se também que há um silenciamento sobre quem são os sujeitos relacionados às discussões sobre essas questões, além de uma contraposição entre cientistas e sociedade, como se estes não fizessem parte dela. Há uma naturalização da visão de cientista como um ser diferenciado, longe do âmbito social, além de um silenciamento da inserção dos “sujeitos-alunos” na sociedade, desestimulando possibilidades de posicionamento destes perante as questões da ciência moderna. Em outras palavras, queremos dizer que cientistas, políticos, professores, alunos e toda a população fazem parte de uma sociedade na qual todas as decisões tomadas influenciam direta ou indiretamente na vida do coletivo (como é o caso de decisões como o consumo de transgênicos ou do uso de células-tronco para finalidades terapêuticas), e portanto todos devem participar das decisões sócio-políticas. Ao colocar o cientista em uma posição afastada do entorno social o livro didático não está contribuindo para uma visão democrática e para com os direitos de igualdade entre sujeitos, fortalecendo ainda uma hierarquia social histórica.

Olhando para os exercícios do livro nota-se que estes são os mesmos comumente utilizados em livros didáticos. Velhos problemas,

que não correspondem exatamente à realidade dos alunos, são colocados, como é o caso de cálculos de probabilidade no cruzamento entre cobaias, nascimento de pessoas com síndromes raras, dentre outros. Há problematizações que podem ser mais próximas das realidades dos discentes, como, por exemplo, questões sobre aborto, determinação de paternidade, transplante, transfusão de sangue, saúde coletiva, dentre outras, porém estas são muito objetivas, sendo contextualizadas muito brevemente. Abaixo seguem dois exemplos, onde o primeiro, típico no ensino de Genética, traz problemas hipotéticos, muitas vezes ligados a contextos experimentais laboratoriais dos quais os alunos não tem acesso. Já o outro, caracteriza-se como uma questão relevante socialmente, pois está em pauta em discussões de várias esferas sociais:

*“Em cobaias (porquinhos-da-índia), pelos curtos dominam pelos longos” (p. 26)*

*“O aumento da população mundial tem provocado a busca por uma maior produção de alimentos. Dentre as estratégias utilizadas para aumentar a oferta de alimentos, o melhoramento animal, através de cruzamento direcionado possibilita um ganho de produtividade nas gerações seguintes.” (p. 42).*

Notamos que no primeiro enunciado poder-se-á produzir (efeitos de) sentidos diversos. Não há explicitação do que é significava essa tal “dominância”. Dessa forma, o aluno poderá imaginar diversas situações sobre seu significado.

Em geral, as questões presentes no livro valorizam predominantemente perguntas advindas de vestibulares. As questões são pouco abrangentes em seus enunciados, realizando afirmativas simples e perguntando conceitos específicos, sem grandes contextualizações. A utilização de questões de vestibulares retiradas de universidades de prestígio como as universidades federais, estaduais e algumas particulares com destaque no cenário nacional (como a PUC, Mackenzie, dentre outras), também é um tipo de apelo para uma autoafirmação de qualidade, visto que o lugar do qual se originam são

caracterizados como instituições autorizadas a dizer, centros de especialistas. A preocupação com vestibulares surge fortemente na década de 1980, devido a mudanças no cenário nacional como a intensificação da pesquisa científica e expansão das universidades, mas ainda é possível notar as influências dessa visão, mesmo após os sistemas de avaliações para ingresso nas universidades passarem por mudanças (como citamos ao falar da utilização do Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM – como forma de avaliação).

De forma geral, pode-se notar que há dois momentos no texto: no início de cada capítulo o autor coloca-se próximo ao aluno, em um modo informal de falar com seu interlocutor, por vezes retórico, através de perguntas nas quais o autor tenta excitar seu leitor a entrar em seu jogo discursivo, em seu raciocínio, como se estivessem realmente em um diálogo; e no decorrer do capítulo percebe-se que o autor coloca-se em uma posição ora neutra, individualista, onde seus argumentos ou colocam-no na posição de especialista, ou partem da fala de uma ciência oculta, sem sujeito, neutra, objetiva e finalista, não existindo espaço para diálogos e questionamentos.

Início do capítulo:

*“Você já deve ter ouvido falar deles” (p. 46)*

*“O que você imagina que a cor do pelo labrador e o olho humano têm em comum?” (p. 58)*

Decorrer do texto:

*“Sabe-se, porém, que algumas pessoas são alérgicas a certos alimentos” (p. 102)*

*“Vamos analisar aqui o caso mais simples, que é a interação de genes situados em cromossomos não homólogos”*

*Como sabemos, os vírus bacteriófagos atacam as bactérias, reproduzem-se no interior delas e as destroem no fim do ciclo (p. 94).*

Observe que, ao dizer “vamos analisar aqui o caso mais simples”, ou “como sabemos”, estabelecem-se algumas relações hierárquicas, no primeiro enunciado o autor coloca como trivial sua análise, desconsiderando que para o aluno talvez não seja, enquanto que no segundo enunciado coloca-se em tom imperativo a exigência de que o aluno saiba algo. É necessário que o aluno tenha esse conhecimento anterior, independente de seu contexto ou realidade. Suponhamos, por exemplo, que este conceito tenha sido abordado em unidades anteriores: Será que as várias realidades escolares, com suas dificuldades distintas das quais discorremos, podem garantir o aprendizado desse “*como sabemos*”?

Apesar dos problemas apontados, reconhecemos que comparativamente a versões anteriores, este livro didático possui melhorias significativas em suas abordagens, apresentando tentativas de aproximação dos alunos e de temas considerados relevantes nas discussões sobre o Ensino de Biologia. Analisando o mesmo livro, porém em sua versão do PNLD – 2012, Goldbach e Bedor (2011) apontam para uma melhoria deste em relação a Nova Biologia, principalmente no que se refere ao conceito molecular de gene, que devido a descobertas recentes (como genes interrompidos, splicing alternativas, regiões não codificantes, sequências repetitivas de DNA, pseudogenes, regulação pós-transcricional, RNA de interferência, dentre outras), entrou em “crise”, e por isso surgiram diferentes concepções sobre este. Além disso, para as autoras, este livro evoluiu no sentido de que em todos os capítulos inseriram-se situações contextualizadoras, relacionando com o cotidiano do aluno, além de boxes que trazem as temáticas atuais e figuras com melhores qualidades de escala, imagem e legenda. Ressaltam como ponto negativo apenas que nos conteúdos de biotecnologia há uma visão triunfalista de ciência. No entanto, não se poderá enganar-se com esses aspectos positivos. Claramente os livros didáticos têm passado por mudanças, e comparativamente a versões anteriores, apresenta modificações interessantes. Todavia seus discursos críticos não se mantêm ao longo do texto, e as contextualizações apresentam-se limitadas, em uma forma de ensino ainda engendrado a aspectos tradicionais.

Diante das análises, trazemos uma concepção de Trivelato (2000, *apud* Abreu 2008), na qual se mostra a necessidade histórica de desvelar a ciência como neutra e absoluta, visão predominante ainda nos dias atuais:

(...) na década de 90, as discussões sobre o ensino de ciências foram intensificadas devido à existência de uma grande disparidade entre este ensino e o ensino requerido pelas modificações constantes que atravessamos. As ciências na escola eram, e ainda são, vistas como neutras, objetivas, como um campo da verdade, onde não existem divergências e disputas, sendo muitas vezes associadas à ideia de progresso e de melhoria da qualidade de vida, o que as tornam incontestáveis e acima do bem e do mal. No entanto, fora da escola, as ciências não se apresentam dessa forma, existem claramente as divergências e disputas, várias versões ou pontos de vista os quais nos mostram como a objetividade, a veracidade e a neutralidade são construções ilusórias. (p. 6)

Dessa forma, foi nossa pretensão desvelar algumas concepções ideológicas na qual a ciência está engendrada historicamente. Sabemos que todo discurso é ideológico, e que não é possível dizer sem assumir uma posição. Porém, acreditamos na possibilidade de leituras diferenciadas no ensino de Biologia. O modelo de ensino tradicional, não é suficiente para permitir que o aluno tome decisões frente aos avanços da ciência e tecnologia. Portanto, com essas reflexões, algumas perguntas ficam: Que tipo de ensino queremos? Como estamos formando nossos alunos? É possível produzir sentidos menos naturalizados sobre ciência? Em nossas reflexões finais tentaremos compilar as regularidades até aqui ressaltadas, de forma a retomar os principais aspectos observados na coleção didática e refletir sobre o ensino de ciências, mais especificamente sobre as questões de genética suscitadas ao longo do trabalho.

## Capítulo 6 – Algumas considerações sobre o Ensino de Genética

Neste trabalho, refletimos sobre vários aspectos em busca de compreender basicamente quais seriam as possíveis leituras produzidas sobre a Genética Moderna em uma coleção didática de Biologia. Para isso nos propomos a pensar, ao longo de nossas análises e reflexões, em vários aspectos, principalmente no que toca as Condições de Produção de sentidos, não apenas no texto analisado, mas também em sentido mais amplo (que envolve a produção do livro didático e a sua utilização), pensando assim em questões políticas, econômicas, sociais e históricas relacionadas a este recurso didático-pedagógico. Todo esse percurso foi realizado de forma a pensar não apenas nos discursos de genética presentes no texto, como também na interação do texto com os seus possíveis interlocutores (professores e alunos), em um determinado local (o espaço de ensino, a escola), pensando ainda nas relações entre as políticas governamentais, na produção e a comercialização dos materiais didáticos (como o PNLD, os PCN, as próprias questões de vestibulares, dentre outros fatores) e nos fatores que influenciam no processo de ensino-aprendizagem (como, por exemplo, as dificuldades estruturais e organizacionais enfrentadas por professores e alunos).

Mediante essas reflexões, explanamos acerca das condições em que estas leituras podem ser realizadas. Por isso, como aponta Orlandi (2001), para compreender como um discurso se materializa em um texto e como ele pode produzir (efeitos de) sentidos, faz-se necessário compreender as condições de produção em sentido amplo (históricas) e em sentido estrito (contexto imediato), compreendendo o lugar a partir do qual os interlocutores falam, sobre aquilo de que se fala (referente), o modo como se fala (que é condicionado pela FD em que o discurso se insere), considerando ainda que sempre existirá uma memória (interdiscurso), e por isso o dito estará relacionado ao já dito, apontando para dizeres passados, ao mesmo tempo em que aponta para dizeres futuros.

Em nosso caminho, o referente tratou-se dos discursos de

Genética em uma coleção didática de Biologia. Porém, para compreender esses discursos foi necessário nos perguntar “*Quem diz?*” (Quem é o sujeito do discurso?), “*O que diz?*” (Qual é o referente? A que se refere?), “*Para quem?*” (Quem são os interlocutores?), “*Que implicações têm esse dizer?*” (Que efeitos de sentido são produzidos?), compreendendo assim quais são os discursos, ou como nos diz Pêcheux, quais são os efeitos de sentido entre interlocutores, produzidos na interação texto-leitor.

Nos inspirando nas categorias criadas por Souza (2000) e utilizadas por Giraldi (2005), e também com no dispositivo analítico de Orlandi (2001) e na sua releitura realizada por Galieta (2013), buscamos pensar então sobre esses efeitos de sentido, principalmente mediante as regularidades presentes no texto, buscando pensar em algumas FD's nas quais potencialmente esses discursos poderiam se inserir. Como não se trata de uma situação concreta de ensino, por não estarmos vendo a estrutura, o texto, em um dinamismo de acontecimento (em sua interação com professores/alunos em sala de aula), não podemos dizer que nos referimos precisamente a quais FD's os leitores atribuirão determinados discursos em seu processo de interpretação, mas pensamos acerca de algumas FD's que notadamente percebemos existir no texto, mediante as regularidades discursivas.

Pensando principalmente na relação forma e conteúdo, mais precisamente assumindo que forma e conteúdo não se separam (Pêcheux, 1990), compreendemos que a forma como são apresentados os conteúdos influenciam nos sentidos produzidos. Dessa forma, buscamos observar ao longo dos 3 (três) livros da coleção didática se ocorriam relações ao longo de todo o livro entre os temas genética, especialmente a Genética Moderna, e outros conteúdos/discursos referentes a Biologia. Notamos que ao longo do livro, principalmente na unidade 1, há vários discursos introdutórios sobre Genética, principalmente no que tange aos capítulos referentes a Citologia, que abordam questões referentes ao núcleo celular, as divisões celulares, as anomalias genéticas, dentre outros temas relacionados a organização celular. Na unidade 1, por exemplo, temas relacionados a Evolução dos seres vivos, terapias gênicas, questões relacionadas a reprodução dos seres vivos e mecanismos de hereditariedade, também abordam questões

sobre Genética. Encontram-se na unidade 2 temas relacionados a Genética, principalmente quando se refere a estrutura de organismos mais simples como vírus e bactérias, aos modos de reprodução uni ou pluricelular (principalmente quando se fala em reprodução sexuada), e em alguns casos de doenças ou terapias genéticas. Isso vai de encontro ao que Goldbach e Bedor (2011) apontam, pois demonstra que houve avanços significativos no livro didático ao longo dos últimos anos, já que até a alguns anos atrás os conteúdos de Genética restringiam quase que exclusivamente aos conteúdos abordados ao final do Ensino Médio.

Como dissemos, ensinar o novo não garante um ensino atual e contextualizado (MOTOKANE; VALLE, 2005). No entanto, conforme explicitamos, se faz necessário discutir algumas questões consideradas socialmente relevantes (NASCIMENTO; ALVETTI, 2006), dado que a sociedade tem discutido diversas questões éticas e morais, as chamadas questões sociocientíficas (GUIMARÃES; CARVALHO; OLIVEIRA, 2010). Tais questões, que estão entre a Ciência/Tecnologia e a Sociedade, são relevantes para a tomada de decisões e emancipação da população. Notamos então que algumas dessas questões, referentes a clonagem, Biotecnologia, células-tronco, dentre outras temas relacionados, que envolvem relações éticas/morais, políticas e econômicas, são discutidas, em certa medida, na coleção didática analisada. No entanto, fica clara uma maior ênfase as descrições, conceitos e explicações clássicas sobre Genética.

Como explicitado anteriormente, ao olharmos apenas os capítulos que se referem especificamente à Genética, pudemos observar que grande parte dos discursos ainda se voltam a Genética Clássica (mendelianismo), cientificista, com conceitos abstratos e com exemplos e exercícios tradicionalmente utilizados na disciplina. Trata-se de um processo histórico em que, como apontamos, alguns conteúdos são tradicionalmente privilegiados (SILVÉRIO; MAESTRELLI, 2010). A mesma tendência pode ser observada ao longo das outras duas unidades da coleção: em algumas passagens o livro traz questões sobre a Biologia Moderna, mas tal como a unidade 3, esses temas ficam restritos a alguns tópicos ou caixas de texto, dando a impressão de que esses assuntos são ilustrativos ou meras curiosidades. Mesmo quando temas importantes

são retratados de forma mais abrangente, como é o caso do vírus do HIV, doença que acomete milhares de pessoas no mundo, ainda assim o assunto é tratado com grande cientificidade. Por outro lado, reconhecemos que trazer tais assuntos que outrora se quer eram citados no livro didático, discutindo questões sociais ao lado de questões científicas, já pode ser considerado um avanço para o Ensino de Genética, conforme alguns autores, tal como Goldbach e Bedor (2011) apontam.

Consideramos que aquilo que se fala e como se fala de/sobre ciência e tecnologia produzirá efeitos de sentido diversos nos leitores (VON LINSINGEN; CASSIANI, 2010), e que no discurso o sujeito assume diferentes posições na FD em que se insere, mediante o efeito que ele acredita produzir em seu interlocutor (mecanismo de antecipação), sendo a partir dessas posições que o sujeito produzirá efeitos de sentido (CASSIANI; VON LINSINGEN; GIRALDI, 2011). Com isso, conforme apontam alguns trabalhos nos quais nos inspiramos (CORACINI, 1991, GIRALDI, 2005, GALIETA, 2013, dentre outros), é comum que o autor assuma alguns discursos ao longo do livro didático, e podemos observar principalmente três tipologias discursivas: a) o Discurso Pedagógico; b) O Discurso Cotidiano; c) o Discurso Científico. Ao longo das três coleções didáticas podemos observar que o autor se utiliza dessas três formas de discurso (FD): mediante a sua intenção de direcionar os sentidos a serem produzidos, o autor antecipa-se em relação aquilo que ele pensa que seus leitores vão interpretar ao entrarem em contato com o texto.

Dessa forma, no decorrer do livro, ora vemos discursos informais que buscam se aproximar do aluno, ora vemos discursos formais, cientificistas, que buscam um caráter de verdade e autoridade no dizer. Também vemos como forma de discurso de autoridade a utilização de um discurso em que o autor assume a aparente posição de professor. É por meio da assunção de posições como a de professor ou de cientista que o autor cria um “jogo” discursivo onde busca validar seu discurso. Cabe ressaltar ainda que marca-se a tendência de que no início do capítulo o autor se utiliza dessa linguagem mais comum (pessoal) e no decorrer do texto essa linguagem seja abandonada, tornando-se mais neutra e objetiva (impessoal), nos dando a impressão de que o autor

apenas queria chamar a atenção do aluno de início, prosseguindo posteriormente com a sua posição de verdade científicista.

É comum no texto didático o apagamento de sujeitos e da própria história da ciência, dando a impressão de que esta é neutra e universal (CASSIANI; GIRALDI; VON LINSINGEN, 2012). Em outras palavras, o livro didático, muitas vezes, traz a ciência de forma atemporal. É como se houvesse apenas um único cientista, iluminado, que descobrisse toda uma teoria ou algo importante, sem relação com outras descobertas anteriores. Como French (2009) nos traz, é como se em um momento de “Eureka” atores como Mendel e Darwin descobrissem as leis da hereditariedade e teorias evolucionistas, respectivamente. Como apontamos, a história da ciência se faz importante para a compreensão crítica da construção do conhecimento científico. Por isso, tal negligência pode acabar por produzir efeitos de sentido de neutralidade ou mesmo de uma genialidade ímpar inexistente, o que afasta o aluno da ciência.

Também observamos uma noção de completude no livro, ao tentar mostrar que tudo o que o aluno precisa saber já foi ensinado em capítulos anteriores, ou será ensinado posteriormente pelo livro. Raramente são recomendadas outras fontes de apoio e poucas são as vezes que o autor admite as limitações de suas explicações. Conforme aponta Orlandi (2001), a incompletude é a condição da linguagem, pois nem sujeitos, nem sentidos já estão prontos e acabados. Dessa forma, ao colocar como se o livro trouxesse todo o arcabouço necessário para compreender um conceito o autor acaba por tentar transparecer uma ilusória impressão de que o texto é completo e que o conteúdo presente nele basta para compreender este ou aquele tema. Além disso, com essa noção de completude, o autor acaba por delimitar o que deve ser aprendido pelo aluno. Nesse processo de revisão, o importante a ser visto é determinado pelo autor. Da mesma forma, aquilo que é anunciado que será visto mais tarde (em outra unidade do livro didático) está dentro do mecanismo de antecipação: no decorrer do livro, muitas vezes, o autor anuncia que nos próximos capítulos serão abordados determinados conteúdos, de forma a preparar o aluno para o que está por vir, antecipando-se expectativas.

Há também no texto algumas tentativas de relativizações e

simplificações. Em alguns discursos o autor deixa espaço para a dúvida, não afirmando categoricamente algo. Inclusive, ao contrário do que foi encontrado por Giraldi (2005) em suas análises, a ideia de completude, em termos de conceitos, é abandonada. Em outras palavras, o autor ao longo do livro admite mudanças conceituais e que os conceitos não são tão fechados quanto parecem ser. Devido a essas mudanças, próprias da ciência, que se altera com o decorrer de acontecimentos históricos, em algumas passagens o autor afirma que para melhor entendimento serão abordadas determinadas classificações e não outras, de forma a tentar minimizar os conflitos e possíveis confusões mediante a mudança de conceitos, classificações e terminologias que ocorreram nos últimos anos.

Também observamos ao longo de toda a coleção tentativas de estabilização de sentidos unívocos. Um exemplo disso são as traduções do latim para nossa língua de estruturas dos seres vivos. Essas traduções, que se aproximam de uma linguagem cotidiana, podem ser eficazes pedagogicamente, mas acabam por querer estabilizar sentidos (Giraldi, 2005) e podem gerar conflitos no imaginário do aluno, dado que são traduções literais.

Quanto às relações CTS, no que tange principalmente ao “T” (Tecnologia) (usualmente pouco abordado no ensino de ciências, visto que há uma maior valorização da relação entre ciência e sociedade), podemos observar que ela é apresentada basicamente de duas formas no livro didático: em terapias e tratamentos (principalmente terapias gênicas) para questões de saúde; e aplicada a atividades comerciais (como os transgênicos – o melhoramento genético – visão instrumental de tecnologia). Observamos aplicações da Biologia Moderna a favor de questões sociais e seus embates éticos e políticos apresentados principalmente nas “caixas de textos”, embora ainda encontremos algumas dessas questões no corpo do texto, mesmo que localizadas em algumas seções ou capítulos a parte. Consideramos que discutir as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade se torna um fator importante para contribuir com visões menos naturalizadas sobre C&T, tal como Cassiani, Giraldi e von Linsingen (2012). Compreendemos ainda que esse enfoque permite que se possa entender melhor as práticas culturais e as relações sociais.

Sobre a Biotecnologia e a Biologia Molecular, observamos um discurso otimista em relação às novas técnicas para colaborar com os problemas sociais (como a cura de doenças e anomalias por meio da genética), ao mesmo tempo em que há um discurso de medo, de ressalvas, quanto às possibilidades e possíveis consequências de alterações genômicas. Esse discurso, que nem é salvacionista ou culpabilizador nos parece ser uma boa alternativa, já que permite que o aluno entre em contato com mais de uma visão sobre as questões éticas e sociais que envolvem essas questões.

Com base nessas análises, tal como Giraldi (2005) aponta, acreditamos que as diferentes FD e formas pelas quais os conteúdos são abordados no livro didático influencia os (efeitos de) sentidos que podem ser construídos. Levando em consideração que cada sujeito possui uma história de vida e interpretará diferentemente de acordo com o contexto em que se insere, acreditamos que os sentidos produzidos podem ser múltiplos e que vários mecanismos atuam nessa produção. Dentre os principais mecanismos encontramos o de antecipação, em que o autor (em seus aspectos amplos) do texto didático busca direcionar sentidos, além do silenciamento de determinadas questões e a aparente transparência da linguagem que se faz presente em grande parte do discurso científico do texto. Há uma série de relações de forças que também contribuem para uma linguagem neutra e que busca se colocar como verdade. A voz do cientista e do professor, nos discursos científico e pedagógico, nos mostra que o livro didático ainda está atrelado a visões tradicionais de ensino, em que o autor se coloca como a autoridade a ser ouvida e apenas em alguns momentos se utiliza de discursos cotidianos para aproximar-se do aluno mediante a antecipação e o interesse de chamar atenção para uma questão.

Quanto à Biologia Moderna, observamos que esta ainda apresenta-se em forma de breves contextualizações ou como meras curiosidades em “caixas de texto”, tal como trabalhos anteriores ao nosso observaram (NASCIMENTO; MARTINS, 2005, XAVIER, FREIRE; MORAES, 2006, NASCIMENTO; ALVETTI, 2006, dentre outros). No entanto, observamos que há significativas melhorias em relação a edições didáticas anteriores, tal como nos apontam Goldbach e Bedor (2011), ao menos em termos de trazer assuntos socialmente

relevantes para o livro didático. Nesse sentido, comparado com trabalhos anteriores (como os citados no capítulo 3 deste trabalho) que nos descrevem um cenário bem menos animador no que se refere a estruturação e abordagem de temas inovadores no livro didático, percebemos que com os programas que visam a melhoria do livro didático, tal como o PNLD, avanços significativos têm sido alcançados e temas que estão constantemente em pauta nos debates da pesquisa em educação (como Educação em Saúde, Educação CTS, questões cotidianas etc.) estão, mesmo que sob a forma de pequenos textos, presentes no livro didático analisado.

Com este trabalho, o intuito foi então analisar quais discursos estavam presentes no livro didático, compreendendo principalmente sobre os discursos referentes à Genética Moderna. Compreendemos ainda que se faz necessário contextualizar as questões referentes aos avanços recentes da ciência e que nos parece ainda incipiente as abordagens sobre questões como clonagem, biotecnologia, etc. Há uma evidente necessidade de aliar a Genética Clássica à Genética Moderna em discussões sobre/de Genética. No entanto, acreditamos que para uma contextualização de um ensino atual não basta apenas utilizar-se do livro didático. Há uma série de outros materiais e fontes que podem ser explorados em sala de aula e que complementam essas discussões (como notícias, sites de divulgação científica, etc.).

Acreditamos também que uma das principais implicações da pouca abrangência (ou praticamente ausência) de questões referentes a Genética Moderna seja a produção de visões pouco interessantes de/sobre Ciência, já que deixa-se de discutir aspectos sociais importantes, questões que estão sendo amplamente debatidas em várias esferas sociais nos últimos anos e envolvem uma série de questões sociais, econômicas, políticas, históricas, etc. Nesse sentido, acreditamos que para ir contra visões menos naturalizadas sobre a ciência, em que supere-se percepções embasadas em aspectos de neutralidade e objetividade do conhecimento científico, necessita-se desse tipo de discussão, ainda pouco abordadas no livro didático. No entanto, apontamos avanços e acreditamos que o livro didático, apesar de precisar de melhorias nesses aspectos, apresenta mudanças significativas em relação a versões anteriores.

Mediante essas conclusões apontamos ainda que esta pesquisa não se encerra por aqui. Respondemos uma, dentre várias perguntas possíveis, sobre o tema. Como trabalhamos nos limites da interpretação da linguagem, delineamos a pesquisa mediante uma pergunta, um objeto de análise (o livro didático) e de acordo com os recortes estipulados para a pesquisa. E não se tratou de qualquer análise, pois cada análise possui singularidades mediante a mobilização de conceitos e a história/ideologia de cada analista. Como nos aponta Orlandi (2001), não existe neutralidade nem mesmo no mais aparente dos discursos. Portanto, acreditamos que outros olhares são possíveis, dependendo do foco e do delineamento a ser elaborado.

Com a pesquisa, nosso intuito foi colaborar para a discussão sobre os discursos do livro didático para além de sua aparente neutralidade e objetividade. Acreditamos, então que, ao pensar sobre os discursos que estão presentes no livro didático, estamos contribuindo para discussões sobre o papel do livro didático no ensino de Biologia, bem como contribuímos para desnaturalizar algumas visões engendradas e neutras sobre esse recurso didático-pedagógico, principalmente ao refletir sobre as Condições de Produção que envolvem sua elaboração.

Como perspectiva futura, acreditamos que seria interessante pensar não apenas nas Condições de Produção do livro, mas nas condições de produção de sua utilização em uma situação concreta de ensino. Dessa forma, uma proposta futura seria analisar que (efeitos de) sentidos de/sobre genética poderiam ser produzidos em um contexto de sala de aula, pensando ainda em meios alternativos que possibilitassem alterar as Condições de Produção em sala de aula, como a utilização de materiais didáticos, paradidáticos ou mesmo textos de divulgação científica que pudessem trazer visões diferenciadas sobre o tema de interesse, buscando novas compreensões sobre o Ensino de Genética.

## REFERÊNCIAS

ABREU, R. G. Tecnologia e Ensino de Ciências: Recontextualização no “Novo Ensino Médio” In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA E EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 3., Atibaia, 2001. *Atas...* Atibaia: ABRA-PEC, 2001. p.1-11.

ADNOLFI, V. T. S. Discurso científico, poder e verdade. *Revista Aulas*, Campinas, n. 3, p.1-10, dez./mar. 2007.

ALMEIDA, M. J. P. M.; CASSIANI, S. Possibilidades, equívocos e limites no trabalho do professor/pesquisador – Enfoque em Ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 1, n. 2. p.145-154, abr. 1996.

AMADO, C. História da Pedagogia e da Educação – Guia para acompanhamento das aulas, Universidade de Évora, 2007. Disponível em: <<http://home.dpe.uevora.pt/~casimiro/HPE-%20Guiao%20-%20todo.-pdf>> Data de acesso: 12/05/2015.

AMORIM, A. C. R. O que foge do olhar das reformas curriculares: Nas aulas de Biologia, o professor como escritor das relações entre Ciência, Tecnologia e Saúde. *Ciência & Educação*, Bauru, v.7, n.1, p.47-65, 2001.

ARAÚJO, C. A. Á. A ciência como forma de conhecimento. *Ciências e Cognição*, v. 08, p. 127-142, 2006.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização Científico-Tecnológica para quê? Para quê? *Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 03, n. 1, Jun. 2001.

BACHELARD, G. *A formação do espírito científico*: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Tradução de Esteia dos Santos Abreu.

Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316 p.

BONZANINI, T. K.; BASTOS, F. Temas da Genética Contemporânea e o ensino de Ciências: que materiais são produzidos pelas pesquisas e que materiais os professores utilizam?. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, Campinas, 2011. **Atas...** Campinas: ABRAPEC, 2011, p.1-13.

BRANDÃO, G. O.; FERREIRA, L. B. M. O ensino de Genética no nível médio: a importância da contextualização histórica dos experimentos de Mendel para o raciocínio sobre os mecanismos da hereditariedade. *Filosofia e História da Biologia*, v. 4, 2009, p. 43-63.

BRASIL. Guia de livros didáticos: PNLD 2015: biologia: ensino médio. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2014. 80p.

\_\_\_\_\_. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006. 135 p. (Orientações curriculares para o ensino médio; volume 2).

BRÃO, A. F. S.; LAPENTA, A. S. A Genética quantitativa e os livros didáticos brasileiros. In: ENCONTRO REGIONAL SUL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 2011, Londrina, 2011. **Anais...** Londrina: SBenBio, 2011, p.1-8.

CAETANO, S.S.; von LINSINGEN, I. A noção de Tecnologia nos artigos sobre a reforma do ensino profissional no Brasil. *Revista de Ensino de Engenharia*, v. 31, p. 53-63, 2012.

CAMARGO, E. P. O ensino de Física no contexto da deficiência visual: elaboração e condução de atividades de ensino de Física para alunos cegos e com baixa visão. 2005. 252 f. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação. Universidade Estadual de Campinas, 2005.

CASSAB, M.; MARTINS, I. A escolha do livro didático em questão. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2003, Bauru, 2003. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2003, p.1-11.

CASSIANI, S. Condições de Produção de sentidos em textos didáticos. *Ensaio – Pesquisas em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, vol. 8, n. 1, p.1-14, jul. 2006.

CASSIANI, S.; von LINSINGEN, I. Educação CTS em Perspectiva Discursiva: Contribuições dos Estudos Sociais da Ciência e da Tecnologia. *REDES*, Buenos Aires, v.16, n.31, pp. 163-182. Dic. 2010.

CASSIANI, S.; GIRALDI, P. M.; von LINSINGEN, I. É possível propor a formação de leitores nas disciplinas de Ciências Naturais? *Educação: Teoria e Prática, Rio Claro*, vol. 22, n. 40, p. 43-61, mai./ago. 2012.

CASSIANI, S.; von LINSINGEN, I.; GIRALDI, P. M. Histórias de leituras: produzindo sentidos sobre Ciência e Tecnologia. *Pro-Posições*, Campinas, v. 22, n. 1 (64), p. 59-70, jan./abr. 2011.

CASSIANI, S.; von LINSINGEN, I.; MONTALVÃO-NETO, A. L. Di-CiTE – Discursos da Ciência e da Tecnologia na Educação. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL DE ANÁLISE DO DISCURSO, 4, São Carlos, 2015. Capítulo de livro do IV Colóquio Internacional de Análise do Discurso, São Carlos: UFSCar, 2015. No prelo.

CHAVES, S. N. Receita do bom professor: todo mundo tem a sua eu também tenho a minha! In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 15, Belo Horizonte, 2010. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2010, p. 1-12.

CHEVALLARD, Y. La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 1998. 196 p.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado

da arte. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 549-566, set./dez. 2004.

CORACINI, M. J. *Um fazer persuasivo: O discurso subjetivo da ciência*. São Paulo: Pontes, 1991. 212 p.

CORACINI, M. J. (Org.) *Interpretação, Autoria e Legitimação do Livro Didático*. 1 ed., Campinas: Pontes, 1999. 176 p.

EL-HANI, C. N.; ROQUE, N., ROCHA, P. L. B. Livros didáticos de Biologia do Ensino Médio: Resultados do PNLEM/2007. *Educação em Revista*, Belo Horizonte, v. 27, n. 01, p. 211-240, abr. 2011.

EMMEL, R.; PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C. A Pesquisa sobre o Livro Didático no Brasil: Contexto, caracterização e referenciais de análise no período 1999-2010. ANPED SUL – SEMINÁRIO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA REGIÃO SUL, 9, Caxias do Sul, 2012. *Anais... Caxias do Sul*: ANPED, 2012, p. 1-12.

FELICÍSSIMO, M. Análise do Discurso e Leitura: O sujeito, o texto e o sentido. *Revista de Linguagem, Cultura e Discurso*, n. 2, v. 1, p. 36-43, jul.-ago. 2009.

FERREIRA, M. C. L. O quadro atual da análise de discurso no Brasil: um breve preâmbulo. In: INDURSKY, F.; Ferreira, M.C.L (Orgs.). Michel Pêcheux e a análise do discurso: uma relação de nunca acabar. São Carlos: Claraluz, 2005. p. 13-22.

FLÔR, C. C. Leitura e formação de leitores em aulas de Química no Ensino Médio, 2009, 235f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) – Curso de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

FLÔR, C. C.; CASSIANI, S. Estudos envolvendo linguagem e educação química no período de 2000 a 2008 – Algumas considerações. *Revista*

*Ensaio*, Belo Horizonte, v. 14, n. 01, p.181-193, jan./abr. 2012.

FOUCAULT, M. *A ordem do discurso*. 3. ed. Trad. L. F. de A. Sampaio. São Paulo: Edições Loyola, 1996. 79 p.

FOUREZ, G. Crise no ensino de Ciências? *Investigações em Ensino de Ciências*. Porto Alegre – Instituto de Física da UFRGS, v.8, n.2, ago., p. 109-123, 2003.

FRACALANZA, H. O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de Ciências no Brasil. 1993. 304 f. Tese (Doutorado em Educação) – Curso de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

FRANZOLIN, F.; BIZZO, N. Conhecimentos básicos de Genética nos livros didáticos e na literatura de referência: Aproximações e Distanciamentos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, Águas de Lindóia, 2013. **Atas...** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013, p. 1-8.

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREITAG, B.; MOTTA, V. R.; COSTA, W. F. O estado da arte do livro didático no Brasil. Brasília: Inep, 1987.

FRENCH, S. *Ciência: conceitos-chave em filosofia*. Porto Alegre: Artmed, 2009. 196 p.

GALIETA, T. Análise de Discurso de textos do livro didático e de divulgação científica: caracterizando formações discursivas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, Águas de Lindóia, 2013. **Atas...** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013, p. 1-8.

GALIETA, T.; ALMEIDA, M. J.P. M. A Análise do Discurso como Dispositivo Analítico de Educação em Ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9, Águas de Lindóia, 2013. **Atas...** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013, p. 1-8.

GIRALDI, P. M. Linguagem em textos didáticos de citologia: Investigando o uso de analogias. 2005. 137 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Curso de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

GIRALDI, P. M. Leitura e escrita no ensino de ciências: espaços para a produção de autoria. 2010. 350 f. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica). Curso de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica. Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.

GIRALDI, P. M.; MONTALVÃO-NETO, A. L.; PEREIRA, P. B.; SOARES NETO, F. F.; SILVEIRA, J. C.; CASSIANI, S. Ciência e Tecnologia em Perspectivas Discursivas: Enfoques de um grupo de pesquisa. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10, Águas de Lindóia, 2015. **Atas...** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

GOLDBACH, T ; BEDOR, P. B. A. Estão os livros didáticos de Biologia incorporando questões provindas do campo da pesquisa em ensino da área, como no caso do ensino de genética? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, Campinas, 2011. **Atas...** Campinas: ABRAPEC, 2011, p1-12.

GOLDBACH, T.; SARDINHA, R.; DYZARS, F.; FONSECA, M. Problemas e desafios para o ensino de genética e temas afins no Ensino Médio: dos levantamentos aos resultados de um grupo focal. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, Florianópolis, 2009. **Atas...** Florianópolis: ABRAPEC, 2009, p.1-10.

GUIMARÃES, M. A.; CARVALHO, W. L. P.; OLIVEIRA, M. S. Racio-

cínio moral na tomada de decisões em relação a questões sociocientíficas: o exemplo do melhoramento genético humano. *Ciência & Educação*, Bauru, vol.16, n. 2, p. 465-477, abr. 2010.

GRIGOLETTO, E. Do lugar social ao discursivo: o imbricamento de diferentes posições sujeito. In: ANAIS DO SEMINÁRIO DE ESTUDOS EM ANÁLISE DO DISCURSO, 2, Porto Alegre, 2005. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2005, p. 154-164.

JUSTINA, L. A. D.; CALUZI, J. J.; MEGLHIORATTI, F. A.; CALDEIRA, A. M. A. A herança genotípica proposta por Wilhelm Ludwig Johannsen. *Filosofia e História da Biologia*, ABFHIB, v. 5, n. 1, p. 55-71, jan./jul 2010.

KOVALESKI, A. B.; PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C. A história da Ciência e a bioética no ensino de genética. *Genética na Escola*, v. 8, n. 2, p. 155-167, 2013.

KUHN, T. S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Tradução de Beatriz Vianna Boeira e Nelson Boeira. São Paulo: Perspectiva, 1975.

LEITE, R. C. M.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A história das Leis de Mendel na perspectiva Fleckiana. *RBPEC – Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, ABRAPEC, v. 1, n. 2, p. 1-12, 2001.

MARTINS, L. A. P.; BRITO, A. P. O. P. M. A História da Ciência e o ensino da Genética e Evolução no nível médio: um estudo de caso. Pp. 245-264, in SILVA, Cibelle Celestino da (ed.). *Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

MELO, J. R.; CARMO, E. M. Investigações sobre o ensino de genética e biologia molecular no ensino médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 15, n. 3, p. 593-

611, set./nov. 2009.

MORH, A.; MAESTRELLI, S. R. P. Comunicar e conhecer trabalhos científicos na área da Pesquisa em Ensino de Ciências: O importante papel dos periódicos científicos. SILVA, M. G. L.; MORH, A.; ARAUJO, M. F. F. (Org.). *Temas de Ensino e Formação de Professores de Ciências*. Natal: EDUFRN, 2012, 208 p.

MONTALVÃO-NETO, A. L. “*Os conteúdos de genética nos livros didáticos de Biologia entre as décadas de 1970 e 1990*”. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Licenciatura em Ciências Biológicas. Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba, 2013.

\_\_\_\_\_. Experiências no Estágio de Docência: Reflexões sobre a formação de professores no ensino superior. In: VII ENCONTRO REGIONAL SUL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 7, Criciúma, 2015. **Anais...** Criciúma: UNESC, 2015.

\_\_\_\_\_. Discursos de Genética em Livros Didáticos: Implicações para o Ensino de Biologia. In: COLÓQUIO INTERNACIONAL DE ANÁLISE DO DISCURSO, 4, São Carlos, 2015. Caderno de **Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2015.

MONTALVÃO-NETO, A. L.; MIGUEL, K.; GIRALDI, P. M. Paradigmas, hipóteses e descobertas: O Ensino de Biologia e as Leis de Mendel. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10, Águas de Lindóia, 2015. **Atas...** Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2015.

MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M. Mudança conceitual: análise crítica e propostas à luz da teoria da aprendizagem significativa. *Ciência e Educação*, Bauru, v. 9, n. 2, p. 301-315, 2003.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 1,

n. 1, p. 20-39, 1996.

MOTOKANE, M.; VALLE, M. Metodologia de ensino de Disciplinas de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias do Ensino Médio: Física, Química e Biologia: Biologia Molecular e as Relações CTS. Universidade de São Paulo: Teia do Saber, 2005.

NASCIMENTO, T. G.; ALVETTI, M. A. S. Temas contemporâneos no Ensino de Biologia e Física. *Ciência & Ensino*, vol. 1, n. 1, 2006.

NASCIMENTO, T. G.; MARTINS, I. O Texto de genética no livro didático de ciências: uma análise retórica crítica. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v.10, n. 2, p. 255-278, set. 2005.

NICOLLI, A. A.; OLIVEIRA, O. B.; CASSIANI, S. A Linguagem na educação em Ciências: um mapeamento das publicações dos ENPECs de 2005 a 2009. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, Campinas, 2011. **Atas...** Campinas: ABRAPEC, 2011, p1-14.

OLIVEIRA, T. B.; SILVA, C. S.F.; ZANETTI, J. C. Pesquisas em Ensino de Genética (2004-2010). In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, Campinas, 2011. **Atas...** Campinas: ABRAPEC, 2011, p1-12.

ORLANDI, E. P. Discurso, imaginário social e conhecimento. *Em Aberto*, Brasília, ano 14, n. 61, jan./mar. 1994.

\_\_\_\_\_. *Análise de Discurso: princípios e procedimentos*. 5 ed. Campinas: Pontes, 2001. 100 p.

\_\_\_\_\_. *Cidade dos Sentidos*. Campinas, SP: Pontes, 2004. 160 p.

\_\_\_\_\_. Michel Pêcheux e a Análise de Discurso. *Estudos da Linguagem*, Vitória da Conquista, n. 1, p. 9-13, 2005.

PÊCHEUX, M. *O discurso: estrutura ou acontecimento*. Tradução de Eni. P. Orlandi. 4 ed. Campinas: Pontes, 1990.

POSSENTI, S. *Os limites do discurso: ensaios sobre discurso e sujeito*. São Paulo: Parábola Editorial, 2009.

RAMOS, M. B. Discursos sobre Ciência & Tecnologia no Jornal Nacional. 144 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica). Curso de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

RAMOS, M. B.; SILVA, H. C. Para pensar as controvérsias científicas em aulas de Ciências. *Ciência & Ensino*, v. 1, número especial, p. 1-16, nov. 2007.

ROQUETTE, D. A. G. Modernização e retórica evolucionista no currículo de Biologia: Investigando livros didáticos das décadas de 1960/70. 2011. 87 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Curso de Pós-Graduação em Educação. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.

ROSA, R. T. N.; LORETO, E. L. S. Análise, através de mapas conceituais, da compreensão de alunos do ensino médio sobre a relação DNA-RNA-Proteínas após o acesso ao GenBank. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p.385-405, ago. 2013.

SARDINHA, R.; FONSECA, M.; GOLDBACH, T. O que dizem os trabalhos dos anais dos encontros nacionais de pesquisa em ensino de ciências sobre ensino de genética. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, Florianópolis, 2009. **Atas...** Florianópolis: ABRAPEC, 2009, p.1-12.

SELLES, E. S.; FERREIRA, M. S. Disciplina escolar Biologia: entre a retórica unificadora e as questões sociais. In: MARANDINO, M.; SELLES, E. S.; FERREIRA, M. S.; AMORIM, A. C. R. Ensino de Biolo-

gia: conhecimentos e valores em disputa. Niterói: Eduff, 2005. p. 50-62.

SCHEID, N. M. J.; FERRARI, N. A história da ciência como aliada no ensino de genética. *Revista Genética na Escola*, vol. 1, n. 1, p. 17-18, 2006.

SILVA, M. A. S. M. Sobre a Análise do Discurso. *Revista de Psicologia da UNESF*, Assis, v. 4, n.1, p.16-40, 2005.

SILVA, M. R.; PASSOS, M. M.; VILLAS BOAS, A. A história da dupla hélice do DNA nos livros didáticos: Suas potencialidades e uma proposta de diálogo. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 19, n. 3, p. 599-616, mar. 2013.

SILVA, R. C.; CARVALHO, M. A. O Livro Didático como Instrumento de Difusão de Ideologias e o Papel do Professor Intelectual Transformador. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO DA UFPI, 3, Teresina, 2004. *Anais...* Teresina: EDUFPI, 2004, p.1-11.

SILVA, A. P. Z.; PEREIRA, H. M. R.; BIZZO, N. M. V. História da Ciência e Ensino de Genética: Uma Análise dos Anais dos VII E VIII Encontros Nacionais do Ensino de Ciências. *Revista da SbenBio*, n. 7, p. 517-529, out. 2014.

SILVÉRIO, L. E. R.; MAESTRELLI, S. R. P. O conceito molecular clássico de gene como obstáculo pedagógico no ensino e aprendizagem de genética. In: ENCONTRO REGIONAL SUL DE ENSINO DE BIOLOGIA, 5, Londrina, 2011. *Anais...* Londrina: SBenBio, 2011, p.1-8.

SLONGO, I. I. P. A produção acadêmica em ensino de biologia: um estudo a partir de teses e dissertações. Tese (Doutorado em Educação) – Curso de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SOARES, J. B.; SOUZA, W. O. Memorial do PNLD: Elaboração, natu-

reza e funcionalidade. In: SEMANA DE HUMANIDADES, 18, 2Natal, 2011. **Anais...** Natal: UFRN, 2011, p.1-7.

SOUZA, S. C. Leitura e fotossíntese: proposta de ensino numa abordagem cultural. 2000. 313f. Tese (Doutorado em Educação) – Curso de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

TEIXEIRA, M. Análise do discurso e psicanálise: elementos para uma abordagem do sentido no discurso. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS. 2005. 2010 p.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID-NETO, J. Pós-Graduação e pesquisa em ensino de Biologia no Brasil: Um estudo com base em dissertações e teses. *Ciência & Educação*, v. 17, n. 3, p. 559-578, mai./nov. 2011.

TEIXEIRA, P. M. M.; SILVA, M. G. B.; ANJOS, M. S. 35 anos de pesquisa em ensino de Biologia no Brasil: Um estudo baseado em dissertações e teses (1972-2006). In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, Florianópolis, 2009. **Atas...** Florianópolis: ABRAPEC, 2009, p.1-10.

TFOUNI, L. V.; ASSOLINI, F. E P. Interpretação, autoria e prática pedagógica escolar. *Revista Odisseia*, Natal, n. 01, p. 1-16, 2008.

VON LINSINGEN, I.; CASSIANI, S. Educação CTS em perspectiva discursiva: contribuições dos estudos sociais da Ciência e da Tecnologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8, Campinas, 2011. **Atas...** Campinas: ABRAPEC, 2011, p1-12.

XAVIER, M. C. F.; FREIRE, A. S.; MORAES, M. O. A Nova (Moderna) Biologia e a genética nos livros didáticos de Biologia no Ensino Médio. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 12, n. 3, p.275-289, abr./out. 2006.

ZEICHNER, K. M. Para além da divisão entre professor-pesquisador e pesquisador acadêmico. In: GERALDI, Corinta M.; FIORENTINI, Dario & PEREIRA, Elisabete M. (orgs.) Cartografia do trabalho docente: professor(a)-pesquisador(a). Campinas, Mercado de Letras/ABL, 1998. pp. 207-236.

## APÊNDICE A

### Organização Geral da Coleção Didática.

#### Livro Didático 1 - Citologia, reprodução e desenvolvimento. Histologia e Origem da vida.

Unidade	Capítulo	Tópicos	Nº Pág.	Anexos	Exercícios propostos
1) Uma visão Geral da Biologia	1) O fenômeno da vida	-De que são feitos os seres vivos? -A organização da vida -Transformações da matéria e energia -Reação e equilíbrio -Reprodução e hereditariedade -Evolução	14	-Biologia e Sociedade: Os genes e o ambiente; -Biologia e Saúde: Não tome antibióticos sem receita médica! -Aprofunde seus conhecimentos: As divisões da Biologia	-Discursivos: 15 -Objetivos: 9 -Trabalho em equipe
	2) Como o cientista estuda a natureza	-A investigação científica -Leis e teorias -Os limites da ciência	8	-Biologia e Tecnologia: A pesquisa de novos medicamentos	-Discursivos: 5 -Objetivos: 9 -Trabalho em equipe -Atividade prática
2) A química da vida	3) A água e os sais minerais	-Água -Sais minerais	6	-Biologia e Ambiente: O gelo e a vida em regiões geladas	-Discursivos: 6 -Objetivos: 6 -Trabalho em grupo

4) Glicídios e lipídios	-Glicídios -Lipídios: reserva de energia	10	-Biologia e Saúde: Cuidado com o excesso de calorias! -Biologia e Saúde: A importância das fibras -Aprofunde seus Conhecimentos: Ômega 3 -Biologia e Saúde: Colesterol e gordura trans -Biologia e Saúde: Esteroides anabolizantes só podem ser recomendados por médicos	-Discursivos: 6 -Objetivos: 9 -Trabalho em Equipe -Atividades Práticas
5) Proteínas	-As funções das proteínas -Características das proteínas -Promovendo reações químicas: enzimas	14	-Biologia e Cotidiano: Arroz com feijão -Biologia e Sociedade: Insegurança alimentar -Biologia e Sociedade: As moléculas da vida -Aprofunde seus Conhecimentos: Ácidos, bases e pH das soluções	-Discursivos: 12 -Objetivos: 12 -Trabalho em equipe -Atividade prática
6) Vitaminas	-Características gerais de vitaminas -Vitaminas lipossolúveis -Vitaminas hidrossolúveis	6	-Biologia e Saúde: Vitaminas em comprimidos ou nos alimentos?	-Discursivos: 6 -Objetivos: 9 -Trabalho em Equipe

3) Célula: membrana e citoplasma	7) Uma visão geral da célula	-A invenção do microscópio e a descoberta da célula -Estudando a célula -Células procariotas e eucariotas -Vírus: um caso à parte	10	-----	-Discursivos: 8 -Objetivos: 7 -Trabalho em Equipe -Atividade prática
	8) Membrana Plasmática	-Estrutura da membrana -Como as substâncias atravessam a membrana -Transporte de grandes moléculas e partículas -Envoltórios e especializações da membrana	12	-----	-Discursivos: 4 -Objetivos: 8 -Trabalho em equipe -Atividade prática
	9) Citoplasma	-Sustentação da célula: o citoesqueleto -Centríolos -Ribossomos -Retículo endoplasmático -Complexo golgiense -Lisossomos -Peroxisomos -Vacúolos -Mitocôndrias -Cloroplastos	14	-Aprofunde seus conhecimentos: Morte celular programada	-Discursivos: 7 -Objetivos: 8 -Atividade prática

<p>4) Célula: respiração, fotossíntese e funções do núcleo</p>	<p>10) Respiração celular e fermentação</p>	<p>-Aspectos gerais da respiração aeróbica -Etapas da respiração aeróbica -Fermentação -Respiração anaeróbica</p>	<p>12</p>	<p>-Biologia e Tecnologia: Produção de pão e de bebidas alcoólicas -Biologia tem história: Louis Pasteur e a fermentação -Biologia e Cotidiano: Exercícios aeróbicos e anaeróbicos -Biologia e Saúde: Botulismo e tétano</p>	<p>-Discursivos: 17 -Objetivos: 12 -Trabalho em grupo -Atividade prática</p>
	<p>11) Fotossíntese e quimiossíntese</p>	<p>-Visão geral da fotossíntese -Etapas da fotossíntese -Velocidade da fotossíntese -Quimiossíntese</p>	<p>10</p>	<p>-Biologia tem história -Fotossíntese: o início das descobertas -Biologia e Tecnologia: Herbicidas e fotossíntese -Aprofunde seus conhecimentos: Evolução da fotossíntese</p>	<p>-Discursivos: 3 -Objetivos: 16 -Trabalho em grupo -Atividade prática</p>
	<p>12) Núcleo, cromossomos e clonagem</p>	<p>-Componentes do núcleo -Cromossomos -Clonagem</p>	<p>10</p>	<p>-Biologia tem história: O número de cromossomos -Biologia e ética: A Bioética</p>	<p>-Discursivos: 5 -Objetivos: 9 -Trabalho em grupo</p>
	<p>13) Ácidos nucleicos</p>	<p>-Componentes do núcleo -O DNA -Síntese de Proteínas -Mutações</p>	<p>14</p>	<p>-----</p>	<p>-Discursivos: 3 -Objetivos: 16</p>

	14) Divisão Celular	-Mitose -Meiose	12	-Biologia e Saúde: Câncer -Biologia e Sociedade: Seja crítico ao ler notícias	-Discursivos: 5 -Objetivos: 9 -Trabalho em equipe
	15) Alterações Cromossômicas	-Alterações numéricas -Alterações estruturais -Exames na gravidez	8	-----	-Discursivos: 5 -Objetivos: 12 -Trabalho em equipe
5) Reprodução e desenvolvimento embrionário dos animais	16) Reprodução	-Reprodução assexuada -Reprodução sexuada -Reprodução humana -Métodos contraceptivos ou anticoncepcionais -Doenças sexualmente transmissíveis	31	-Aprofunde seus conhecimentos: Vantagem da variabilidade genéticas -Aprofunde seus conhecimentos: Hemafroditismo na espécie humana -Biologia e Saúde: Problemas no sistema genital masculino -Biologia e Sociedade: Homossexualidade -Biologia e Saúde: Mulher: cuidados com o corpo -Biologia e Saúde: Esterilização voluntária/Aborto -Biologia e Saúde: É preciso ser responsável	-Discursivos: 5 -Objetivos: 17 -Trabalho em equipe

	17) Desenvolvimento embrionário dos animais	-Tipos de ovos e de segmentação -Local de desenvolvimento -Formação e destino dos folhetos embrionários -Anexos embrionários - Desenvolvimento embrionário humano -Células-tronco	21	-Biologia e Saúde: Malformações do tubo neural -Biologia e Saúde: Infertilidade	-Discursivos: 5 -Objetivos: 14 -Trabalho em equipe
6) Histologia Animal	18) Tecido Epitelial	-Características gerais -Epitélio de revestimento -Epitélio de secreção: glândulas	8	-Biologia e Saúde: Use filtro solar! -Biologia e Saúde: Acne -Biologia e Cotidiano: Cabelos brancos e albinismo/O arrepio	-Discursivos: 5 -Objetivos: 9
	19) Tecidos Conjuntivos	-Características gerais -Tecido conjuntivo propriamente dito -Tecido conjuntivo adiposo -Tecido conjuntivo cartilaginoso -Tecido conjuntivo ósseo	8	-Biologia e Cotidiano: Formação de cicatrizes -Biologia e Saúde: Fraturas e outros problemas nos ossos	-Discursivos: 7 -Objetivos: 10 -Atividade Prática

	20) Sangue, linfa e sistema imunitário	-Tecido hematopoético -Sangue Sistema imunitário	16	-Biologia e Saúde: Transplante de medula óssea -Biologia e Saúde: Anemia -Biologia e Saúde: Problemas na coagulação do sangue	-Discursivos: 5 -Objetivos: 23 -Trabalho em equipe
	21) Tecido muscular	-Tipos de tecido muscular -Contração muscular	6	-Aprofunde seus conhecimentos: A origem das letras que denominam as regiões do miômero	-Discursivos: 4 -Objetivos: 6 -Trabalho em equipe
	22) Tecido nervoso	-Neurônio -Impulso nervoso -Passagem do impulso nervoso entre neurônios -Arcos reflexos	10	-Biologia e Saúde: Problemas que afetam os neurotransmissores -Biologia e Saúde: O álcool e os reflexos	-Discursivos: 6 -Objetivos: 6 -Atividade Prática
7) A origem da vida	23) Teorias sobre a origem da vida	-Teoria da geração espontânea e biogênese -Teoria de Oparin e Haldane -As primeiras células -Reinos e domínios -Outras teorias sobre a origem da vida	15	-Aprofunde seus Conhecimentos: O meteorito de Marte -Biologia e Cotidiano: Há vidas em outros planetas?	-Discursivos: 7 -Objetivos: 11

**Livro Didático 2 – Os seres vivos**

<b>Unidade</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Tópicos</b>	<b>Nº Pág.</b>	<b>Anexos</b>	<b>Exercícios propostos</b>
1) A diversidade da vida	1) Classificação dos seres vivos	-Objetivos da classificação -Classificação e evolução -Reinos e domínios	8	-Biologia e Sociedade: A importância da Sistemática -Aprofunde seus conhecimentos: Híbridos	- Discursivos: 3 -Objetivos: 5
2) Vírus e seres de organização mais simples	2) Vírus	-Características gerais -Estrutura e reprodução -Defesas contra vírus -Doenças causadas por vírus	10	----- ---	- Discursivos: 2 -Objetivos: 12 -Trabalho em equipe
	3) Procariontes	-Características gerais -Morfologia e fisiologia das bactérias -Doenças causadas por bactérias -O domínio Archaea	9	----- ---	- Discursivos: 7 -Objetivos: 8 -Trabalho em equipe

	4) Protozoários e algas	-Características gerais -Protozoários -Doenças causadas por protozoários -Algas	16	-Biologia e Ambiente: Maré vermelha -Biologia e Sociedade: Importância econômica das algas	- Discursivos: 2 -Objetivos: 21 -Trabalho em equipe -Atividade Prática
	5) Fungos	-Características gerais -Classificação Líquens e micorrizas	7	----- ---	- Discursivos: 4 -Objetivos: 1 -Atividade Prática
3) Plantas	6) Briófitas e pteridófitas	-Introdução ao estudo das plantas -Briófitas -Pteridófitas	8	----- ---	- Discursivos: 2 -Objetivos: 8 -Trabalho em equipe -Atividade Prática
	7) Gimnosperma e angiosperma	-Gimnospermas -Angiospermas	14	-Biologia e Cotidiano: Fruto verde e maduro	- Discursivos: 3 -Objetivos: 9 -Atividade Prática

	8) Morfologia das angiospermas	-Tecidos vegetais -Raiz -Caule -Folha -Fruto	20	-Biologia e Tecnologia: Dendrocronologia	- Discursivos: 14 -Objetivos: 7 -Trabalho em equipe -Atividade Prática
	9) Fisiologia Vegetal	-Nutrição -Transporte da seiva bruta -Transporte da seiva orgânica -Hormônios vegetais ou fitormônios -Movimentos vegetais -Fotoperíodismo	14	----- ---	- Discursivos: 4 -Objetivos: 3 -Atividade Prática
4) Animais	10) Poríferos e Cnidários	-Poríferos -Cnidários	8	-Biologia e Tecnologia: Esponjas e medicamentos	- Discursivos: 1 -Objetivos: 5 -Trabalho em equipe
	11) Platelmintos e Nematódeos	-Platelmintos: características gerais -Classificação dos platelmintos -Nematódeos: características gerais -Nematódeos: parasitas do ser humano	15	-Biologia e ambiente: O controle do caramujo <i>Biomphalaria</i>	- Discursivos: 5 -Objetivos: 19 -Trabalho em equipe

12) Moluscos e Anelídeos	-Moluscos: características gerais -Classificação dos moluscos -Anelídeos: características gerais -Classificação dos anelídeos	12	-Biologia e Cotidiano: Pérolas -Biologia e Saúde: Cuidado com o consumo de moluscos bivalves -Biologia e Tecnologia: O uso de sanguessugas	- Discursivos: 3 -Objetivos: 5 -Atividade Prática
13) Artrópodes	-Características gerais -Insetos -Crustáceos -Aracnídeos -Quilópodes e diplópodes	18	-Aracnídeos perigosos para o ser humano -Biologia e Tecnologia: Cultivo de crustáceos -Aprofunde seus conhecimentos: A história dos invertebrados	- Discursivos: 9 -Objetivos: 15 -Trabalho em equipe
14) Equinodermos e protocordados	-Equinodermos -Protocordados	8	----- ---	- Discursivos: 2 -Objetivos: 7
15) Peixes	-Características gerais dos vertebrados -Agnatos -Condriettes -Osteíctes -Evolução	12	-Biologia e ambiente: Peixes em perigo	- Discursivos: 3 -Objetivos: 7 -Trabalho em equipe -Atividade Prática

	16) Anfíbios	-Características gerais -Morfologia e fisiologia -Reprodução -Classificação -Evolução	7	-Biologia e Cotidiano: Sapos, rãs e pererecas	- Discursivos: 2 -Objetivos: 8
	17) Répteis	-Características gerais -Reprodução -Classificação -Evolução	9	----- ---	- Discursivos: 3 -Objetivos: 6 -Trabalho em equipe
	18) Aves	-Morfologia e fisiologia -Reprodução -Classificação -Evolução	9	-Biologia e Cotidiano: Ovos das aves domésticas -Aprofunde seus conhecimentos: Aves são dinossauros?	- Discursivos: 5 -Objetivos: 7 -Trabalho em equipe
	19) Mamíferos	-Morfologia e fisiologia -Classificação -Evolução	14	-Aprofunde seus conhecimentos: Tamanho e superfície relativa	- Discursivos: 2 -Objetivos: 9 -Trabalho em equipe
5) Anatomia e Fisiologia Humana	20) Nutrição	-Sistema digestório -Problemas no sistema digestório	11	-Biologia e Saúde: Desnutrição	- Discursivos: 7 -Objetivos: 13 -Trabalho em equipe

21) Respiração	-Sistema respiratório -Problemas no sistema respiratório	8	-Biologia e Cotidiano: Ronco e bocejo -Biologia e Cotidiano: O soluço	- Discursivos: 5 -Objetivos: 6 -Trabalho em equipe -Atividade Prática
22) Circulação	-Sistema circulatório -Doenças cardiovasculares	11	-Biologia e Tecnologia: Estudando o coração -Biologia tem história: Os estudos sobre a circulação -Biologia e Saúde: Prevenir é fundamental	- Discursivos: 4 -Objetivos: 6 -Trabalho em equipe -Atividade Prática
23) Sistema urinário	-Funções do sistema urinário -Sistema urinário -Problemas no sistema urinário	8	-Biologia e Saúde: Por que a água do mar não mata a sede? / Diuréticos naturais e sintéticos	- Discursivos: 2 -Objetivos: 9 -Trabalho em equipe
24) Sistema endócrino	-Hormônios -Glândulas endócrinas	11	-Biologia e Saúde: Tipos de diabetes -Biologia e Cotidiano: Lidando com o estresse -Biologia e Saúde: Esteroides anabolizantes -Aprofunde seus Conhecimentos: Outros hormônios	- Discursivos: 4 -Objetivos: 3 -Trabalho em equipe

	25) Sistema nervoso e sensorial	-Sistema nervoso -Os receptores sensoriais	23	-Biologia e Saúde: Drogas -Biologia e Cotidiano: O olho humano e a máquina fotográfica	- Discursivos: 7 -Objetivos: 20 -Trabalho em equipe
--	------------------------------------	---	----	---	---

### Livro Didático 3 – Genética, Evolução e Ecologia

<b>Unidade</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Tópicos</b>	<b>Nº Pág.</b>	<b>Anexos</b>	<b>Exercícios propostos</b>
1) Genética: o trabalho de Mendel	1) Primeira Lei de Mendel	- Hereditariedade e: os primeiros estudos -Tipos de dominância -Regras de probabilidade - Monoibridismo no ser humano -Exercícios resolvidos de monoibridismo -Gene e ambiente: norma de reação	22	-Biologia tem história: A sala das moscas -Aprofunde seus conhecimentos: Albinismo -Biologia e Sociedade: Genes e comportamento -Biologia e Saúde: Aconselhamento genético	- Discursivos: 12 -Objetivos: 13 -Atividade prática

	2) Segunda lei de Mendel	-Experiência de Mendel -Exercícios resolvidos de di-hibridismo	10	-Biologia tem história: Por que o trabalho de Mendel foi ignorado? -Biologia e Cotidiano: Canhoto ou destro	- Discursivos: 6 -Objetivos: 15
2) A genética depois de Mendel	3) Polialelia e grupos sanguíneos	-Alelos múltiplos em coelhos -Sistema ABO de grupos sanguíneos -Sistema Rh de grupos sanguíneos Exercícios resolvidos de polialelia	12	-Biologia e Sociedade: Acidentes de trânsito e transfusão de sangue -Biologia tem história: As descobertas dos grupos ABO e Rh	- Discursivos: 3 -Objetivos: 21 -Trabalho em equipe
	4) Interação gênica e pleiotropia	-Conceitos gerais -Interação não epistática -Herança quantitativa -Pleiotropia	12	-Biologia e Cotidiano: A cor dos olhos na espécie humana -Aprofunde seus conhecimentos: A ciência e os modelos	- Discursivos: 7 -Objetivos: 17
	5) Ligação gênica	-Ligação gênica e permutação -Cálculo da taxa de permutação -O cruzamento-teste e a taxa de recombinação	12	-Biologia tem história: Mendel e a ligação gênica	- Discursivos: 12 -Objetivos: 17

	6) Sexo e herança genética	-Cromossomos sexuais -Herança ligada ao sexo -Exercícios resolvidos de herança ligada ao sexo -Outros tipos de herança relacionada ao sexo -Herança materna	11	-Aprofunde seus conhecimentos: Hipertricose auricular -Aprofunde seus conhecimentos: Mosaico nas fêmeas dos mamíferos	- Discursivos: 8 -Objetivos: 17 -Trabalho em equipe
	7) As aplicações da genética molecular	-A tecnologia do DNA recombinante -Análise do DNA -Diagnóstico e tratamento de doenças genéticas - Sequenciamento de genomas -Organismos geneticamente modificados	15	-Biologia tem história: A descoberta das enzimas de restrição -Biologia e Sociedade: Problemas legais e éticos nos testes genéticos	- Discursivos: 3 -Objetivos: 13 -Trabalho em equipe -Atividade prática
3) Evolução	8) Evolução: as primeiras teorias	-Fixismo -Lamarckismo -Darwinismo	14	-Biologia e Sociedade: A teoria da evolução e os limites da ciência	- Discursivos: 4 -Objetivos: 12 -Trabalho em equipe

9) A teoria sintética: variabilidade genética e seleção natural	-Um pouco de história -Variabilidade genética: mutações e reprodução sexuada -Seleção natural	16	-Aprofunde seus conhecimentos: Vantagens da reprodução sexuada -Aprofunde seus conhecimentos: A evolução e a AIDS -Aprofunde seus conhecimentos: A história das mariposas: crítica e réplicas	- Discursivos: 3 -Objetivos: 15 -Atividade prática
10) A teoria sintética: genética das populações e formação de novas espécies	-Evolução: uma mudança por frequência dos alelos da população -Formação de novas espécies	15	-Biologia e Sociedade: Raças na espécie humana?	- Discursivos: 9 -Objetivos: 14 -Trabalho em equipe
11) Evolução : métodos de estudo	-Fósseis -Embriologia e anatomia comparada -Estudos moleculares	11	-Biologia e Tecnologia: Determinação da idade de um fóssil	- Discursivos: 4 -Objetivos: 15 -Trabalho em equipe
12) A evolução humana	-Breve história da vida -Evolução da espécie humana	14	-Biologia e ética: O ser humano e a evolução	- Discursivos: 2 -Objetivos: 13 -Trabalho em equipe

4) Ecologia	13) O campo de estudo da Ecologia	-Níveis de organização da vida - <i>Habitat</i> e nicho ecológico	5	----- ---	- Discursivos: 3 -Objetivos: 12 -Trabalho em equipe
	14) Cadeias e teias alimentares	-Cadeia alimentar -Teia alimentar -Pirâmides ecológicas -Produção e desequilíbrio nas cadeias alimentares	11	-Biologia e ambiente: O perigo do mercúrio	- Discursivos: 4 -Objetivos: 16 -Trabalho em equipe
	15) Ciclos biogeoquímicos	-Ciclo do carbono -Ciclo do oxigênio -Ciclo da água -Ciclo do nitrogênio	18	-Biologia e ambiente: A escassez de água	- Discursivos: 3 -Objetivos: 21 -Trabalho em equipe -Atividade prática
	16) Populações	-Crescimento das populações -Crescimento da população humana	10	-Aprofunde seus conhecimentos: Calculando o tamanho das populações -Aprofunde seus conhecimentos: A função exponencial	- Discursivos: 4 -Objetivos: 13 -Trabalho em equipe

17) Relações entre os seres vivos	-Tipos de relações -Sociedades -Colônias -Mutualismo - Protocooperação -Comensalismo -Competição intraespecífica -Competição interespecífica -Predatismo e herbivoria -Parasitismo	18	-Biologia e ambiente: Urbanização e cupins	- Discursivos: 2 -Objetivos: 19
18) Sucessão ecológica	-Etapas da sucessão -Sucessão primária e secundária	6	-Biologia e ambiente: Culturas agrícolas	- Discursivos: 2 -Objetivos: 14
19) Distribuição dos organismos na biosfera	-Epinociclo -Biomos brasileiros -Ambientes aquáticos	24	-Biologia e ambiente: O solo em florestas tropicais -Biologia e ambiente: A desertificação -Aprofunde seus conhecimentos: Adaptações ao clima frio -Biologia e ambiente: Populações marinhas em perigo	- Discursivos: 5 -Objetivos: 17 -Trabalho em equipe

	20) Poluição	-Poluição do ar -Poluição da água -Destruição dos solos -Lixo -Poluição radioativa -Poluição sonora -Destruição da biodiversidade	27	-Biologia e Saúde: Tratamento de água -Biologia e ambiente: Pilhas e baterias -Biologia e Sociedade: Consumo e consciência Biologia e ambiente: O que se pode fazer para melhorar o mundo? / O tráfico de animais silvestres / As cidades e a ecologia	- Discursivos: 4 -Objetivos: 21 -Trabalho em equipe
--	-----------------	---	----	--	--

## APÊNDICE B

### Mapeamento de Discursos de/sobre Genética no livro didático analisado, referentes aos capítulos que não abordam especificamente a temática.

**Tabela 1: volume 1 da coleção didática**

Nº	Capítulo	Assunto	Pág.	Enunciado	Interpretação
		Reprodução e hereditariedade	18, 19, 20 e 21	<p><b>Vários discursos referentes especificamente à Genética</b></p> <p><u>Exemplos:</u></p> <p>“As características de um indivíduo, como cor dos olhos ou cabelos, forma do nariz e até mesmo o desenvolvimento de algumas doenças, são determinadas por informações contidas nos genes em interação com outras partes da célula e com o ambiente”.</p> <p>“As características de um organismo não dependem apenas do DNA. Elas são o resultado de uma ação conjunta do gene e do ambiente”</p>	- Hereditariedade; Características herdadas geneticamente; reprodução; replicação celular; mutação; seleção natural.
		Mecanismos evolutivos	21	“Dois fenômenos importantes para explicar a evolução das populações são a <b>mutação</b> e a <b>seleção natural.</b> ”	-Mutação; Variabilidade Genética.

		21	<p>“O mecanismo da hereditariedade garante que os filhos sejam semelhantes aos pais. Se esse mecanismo fosse infalível, as espécies não se modificariam ao longo do tempo; seriam sempre iguais, geração após geração. Entretanto, não é isso que acontece na natureza. As espécies existentes hoje resultaram de transformações nas espécies que existiram no passado. Surge, assim, uma molécula diferente da original, e isso pode significar uma nova característica.”</p>	Variabilidade genética; mutação, descendência com modificação (evolução).
		21	<p>“Mutações que ocorrem nas células germinativas (células que originam os gametas) podem ser passadas às gerações seguintes. São, portanto, um importante fator para a evolução das populações”.</p>	Meiose, mutação, hereditariedade, evolução.
		21	<p>Quando é vantajosa para o ser vivo, isto é, quando aumenta a chance de sobrevivência ou sua probabilidade de gerar maior quantidade de filhotes, a mutação tende a se espalhar lentamente pela população. Caso seja prejudicial, ela tende a desaparecer.</p> <p>O processo pelo qual são preservadas as mutações que favorecem a sobrevivência ou reprodução de organismos de uma população e eliminadas as mutações prejudiciais é chamado seleção natural.”</p>	Evolução, hereditariedade, mutação.

			21	“Em uma população de insetos, a alta taxa de reprodução por via sexuada fornece populações extremamente variadas, nas quais a quantidade de genes mutantes é alta”	Mutação; hereditariedade; reprodução.
2	Filosofia e Epistemologia / método científico		28	“Enunciados gerais que descrevem regularidades que ocorrem em certas condições são chamados leis científicas ou princípios científicos. Em Biologia, por exemplo, há leis da hereditariedade, formuladas pelo cientista austríaco Gregor Mendel (1822-1884), e o princípio da seleção natural formulado por Darwin.”	Leis e teorias científicas, definições de/sobre ciência, história da ciência, hereditariedade, evolução, epistemologia da Biologia.
			29	Todas as áreas do conhecimento se valem de modelos. Assim como a Química utiliza o modelo de átomo, a Biologia usa o modelo da molécula de DNA e o modelo de membrana plasmática, por exemplo, para explicar as propriedades da célula.”	Modelos, Epistemologia, método científico.
2	4	Nutrientes; Glicídios e lipídios; composição/estrutura do corpo	43	“Além de sua função energética, os glicídios participam da formação de algumas estruturas dos seres vivos, compondo o revestimento (ou a membrana) das células, e estão presentes nas substâncias existentes entre as células de um tecido. Também são encontrados na estrutura dos ácidos nucleicos, participando, assim, da estrutura dos genes do organismo.”	Estrutura do corpo; funções dos glicídios.

5		Proteínas e suas funções no organismo	53	“São também proteínas alguns hormônios (substâncias químicas que controlam diferentes funções), os anticorpos (que combatem microrganismos e outros invasores do corpo) e as moléculas que regulam as atividades dos genes.”	Funções das proteínas no corpo humano
			55	“O controle da sequência de aminoácidos depende dos genes (DNA) do organismo, e uma alteração em sua estrutura (mutação) pode mudar a sequência de aminoácidos e, conseqüentemente, as propriedades da proteína. (...) Muitas mutações, porém, são neutras, isto é, as substituições de alguns aminoácidos não afetam a função da proteína”	Funções das proteínas; Tradução (proteínas); Mutação.
		Síntese de proteínas	61	“No capítulo 13, vamos estudar a estrutura dos ácidos nucleicos e ver também como essas moléculas, em interação com outros sistemas de controle, orientam a síntese de proteínas na célula”	Síntese de proteínas; Tradução; DNA; aminoácidos.
3	7	Replicação celular	76	“As células surgem sempre de outras células. Cada uma contém as informações hereditárias de todo o organismo.”	Citologia; Replicação celular; hereditariedad e.

		Tipos de Célula	79	“A célula da bactéria é uma célula procariota ou <b>procariótica</b> ( <i>pró</i> = anterior; <i>karyon</i> = núcleo; <i>onthos</i> = ser): o material genético (DNA) não está envolvido por uma membrana, não há núcleo individualizado e separado do citoplasma; o DNA está mergulhado em uma espécie de gelatina, formada por água e várias substâncias dissolvidas. No citoplasma encontramos também os <b>ribossomos</b> , organelas responsáveis é a síntese de proteínas.”	Célula procarionte; material genético; síntese proteica.
			80	“A célula <b>eucariota</b> ou <b>eucariótica</b> (eu = bem, verdadeiro), medindo entre 10 $\mu$ e 100 $\mu$ de tamanho, é bem maior e mais complexa que a procariótica. Seu material genético é constituído por DNA associado a proteínas – formando os cromossomos – e está envolvido por uma membrana, o envelope nuclear (também chamado de carioteca). Forma-se assim um núcleo individualizado.”	Célula eucarionte; material genético; cromossomos.
		Formas de vida: os Vírus	80-81	“(…) podemos perceber como o estudo dos vírus é importante. (...) Sua organização é muito simples: são cápsulas de proteína (às vezes há outras substâncias, como lipídios e glicídios) com material genético (DNA ou RNA) em seu interior.”	Vírus; Organização da vida; material genético

		81	<p>“Os vírus são capazes de se reproduzir somente quando estão no interior de uma célula. Os novos vírus formados são semelhantes ao original, possuindo, portanto, propriedades de reprodução e hereditariedade. Como também são capazes de sofrer mutações no ácido nucleico, eles podem evoluir”.</p>	Vírus; Replicação; Reprodução e hereditariedade.
8	Divisão celular	98	<p>“O centrôssomo atua na organização do fuso mitótico das células animais. Esse fuso é um conjunto de fios que atua no movimento dos cromossomos durante a divisão celular, como veremos no capítulo 14.”</p>	Mitose; fuso mitótico; cromossomos.
	Síntese de proteínas	99	<p>“É nos ribossomos que ocorre a síntese de proteínas, por meio da união entre aminoácidos. Esse mecanismo é controlado pelo RNA produzido no núcleo da célula, o RNA mensageiro (como veremos no capítulo 13) sob o comando do DNA. Apoiado em um grupo de ribossomos, chamado <b>polirribossomo</b> ou <b>polissoma</b> (<i>polys</i> = muito), o RNA comanda a sequência de aminoácidos da proteína. Esta é formada à medida que os ribossomos 'deslizam' pela molécula de RNA.”</p>	Síntese de proteínas; Ribossomos.

		Mitocôndria	105	<p>“Na matriz há também DNA, RNA e ribossomos, o que significa que as mitocôndrias possuem equipamento próprio para a síntese de proteínas. Com ele, elas sintetizam algumas proteínas típicas e mesmo algumas enzimas que atuam na respiração, enquanto outras são produzidas pelos genes do núcleo da célula.</p> <p>O DNA garante também a autoduplicação dessa estrutura e, desse modo, o número de mitocôndrias se mantém constante nas células resultantes do processo de divisão celular.”</p>	Matriz mitocondrial e membrana interna; Replicação; Síntese de proteínas;
4	12	Núcleo celular	Todas	<p><b>Vários discursos referentes especificamente à Genética</b></p> <p><i>Exemplos:</i></p> <p>“Nos eucariontes, o material genético resulta da associação das moléculas de DNA com proteínas e forma um conjunto de filamentos separado do citoplasma por um envoltório.”</p> <p>“Quando observamos células eucariotas em processo de divisão, encontramos corpúsculos compactos em forma de bastonete, os <b>cromossomos</b> (<i>khroma</i> = cor; <i>soma</i> = corpo).”</p>	Componentes do núcleo; clonagem; cromossomos.

	13	DNA e síntese proteica	Tod as	<p><b>Vários discursos referentes especificamente à Genética</b></p> <p><u>Exemplos:</u></p> <p>“O conhecimento acumulado que temos hoje sobre os ácidos nucleicos nos permite identificar as alterações genéticas responsáveis por diversas doenças, analisar o grau de parentesco entre as espécies, transferir genes de uma espécie para outra, criando os chamados organismos transgênicos, identificar criminosos ou inocentar suspeitos, determinar paternidades – entre um número imenso de aplicações científicas e tecnológicas.”</p> <p>“A duplicação do DNA é controlada por várias enzimas que promovem o afastamento das fitas, unem os nucleotídeos novos e corrigem erros de duplicação por um mecanismo de verificação de erros, substituindo o nucleotídeo 'errado' pelo 'certo', isto é, pelo complementar”</p>	Estrutura do DNA; ácidos nucleicos; Tradução; mutação.
--	----	------------------------	--------	---	--

	14	Divisão celular	Todas	<p><b>Vários discursos referentes especificamente à Genética</b></p> <p><i>Exemplos:</i></p> <p>“As células eucariotas são mais complexas, com número bem maior de genes e de organelas. Por isso, a divisão celular não pode ser tão simples como nos procariontes. O material genético muda de aspecto durante, passando da forma de filamentos de cromatina espalhados no nucleoplasma para a forma compacta de cromossomos.”</p> <p>“A reprodução sexuada produz grande variabilidade genética de indivíduos. Como veremos no volume 3, isso é importante para a evolução das espécies e a meiose contribui para ela de duas maneiras.”</p>	Mitose; Meiose.
--	----	-----------------	-------	---	-----------------

	15	Anomalias genéticas	Todas	<p><b>Vários discursos referentes especificamente à Genética</b></p> <p><i>Exemplos:</i></p> <p>“A avaliação dos riscos que uma pessoa ou um casal corre de ter filhos com problema genético é feita por especialistas na área de Genética clínica, que também ajudarão a pessoa ou casal a compreender a evolução, o tratamento e as opções para lidar com o problema.”</p> <p>“Erros durante a divisão celular podem alterar os cromossomos da célula. Essas <b>alterações</b> ou <b>mutações cromossômicas</b> podem ser <b>numéricas</b> (no número de cromossomos de uma célula) ou <b>estruturais</b> (na sequência de genes de um cromossomo).”</p>	Alterações cromossômicas; anomalias genéticas.
5	16	Reprodução dos seres vivos	181	“A reprodução assexuada origina seres geneticamente idênticos entre si.”	Tipos de reprodução; reprodução assexuada.

			<p>182 “De modo geral, ‘pode-se dizer que a reprodução sexuada se caracteriza pela formação de gametas (<b>gametogênese</b>) e pela <b>fecundação</b> ou fertilização (união de gametas). Nesse tipo de reprodução, há alternância entre meiose, que origina células haploides (com metade os cromossomos das outras células), e fecundação, que restaura o número diploide de cromossomos.”</p>	<p>Tipos de reprodução; reprodução sexuada.</p>
			<p>182 “Embora a reprodução sexuada envolva maior gasto de tempo e de energia (o indivíduo tem de produzir gametas, encontrar parceiros, etc.; na reprodução assexuada pode ser produzida grande quantidade de indivíduos em curto intervalo de tempo), ela apresenta vantagens, pois, enquanto pela reprodução assexuada são produzidos indivíduos geneticamente iguais (exceto quando ocorrem mutações), pela sexuada originam-se filhos com variedade genética muito grande. Isso porque os gametas são geneticamente distintos e podem associar-se de várias maneiras por meio da fecundação.”</p>	<p>Tipos de reprodução; Variabilidade genética; reprodução sexuada.</p>

		185	<p>“Apesar de também possuir metade dos cromossomos do ovócito I, o primeiro glóbulo polar é constituído por uma quantidade muito reduzida de citoplasma e degenera (figura 16.6).</p> <p>Assim, pela formação de glóbulos polares, o ovócito livra-se de metade de seus cromossomos (reduz sua carga cromossomial) sem comprometer o alimento reservado ao embrião.”</p>	Tipos de reprodução; formação de gametas.
		187	<p>“Na maioria das espécies, incluindo a humana, existe um par de cromossomos responsável pela diferença entre os dois sexos: os <b>cromossomos sexuais</b> ou <b>heterocromossomos</b> (hétero = diferente). Em geral, nas fêmeas eles são idênticos; nos machos, um dos cromossomos é idêntico ao das fêmeas, e o outro é diferente. Reveja a figura 15.4 no capítulo anterior.”</p>	Cromossomos sexuais; Diferenças sexuais.
		187 e 188	<p>“Em alguns insetos, como o gafanhoto, a fêmea possui dois cromossomos sexuais (XX) e o macho apenas um (X0; o 0 indica a falta do cromossomo sexual). Nas aves, em geral, nas mariposas, nas borboletas e em alguns peixes, a fêmea possui cromossomos diferentes (ZW), e o macho é homogamético (ZZ; figura 16.10).”</p>	Cromossomos sexuais; Diferenças entre espécies.

			188	<p>“Na espécie humana, se o cromossomo está presente, a gônada primitiva do embrião se transforma em testículo, na ausência desse cromossomo, a gônada forma um ovário. Definindo o tipo de gônada, ela produz hormônios que estimulam o desenvolvimento do sistema genital e as características sexuais secundárias, que aparecem na puberdade. No entanto, como veremos no terceiro volume, para que um embrião do sexo masculino se desenvolva, é necessário a presença de um gene específico no cromossomo Y, o que pode não ocorrer. Além disso, os receptores para os hormônios sexuais, por alguma alteração genética, podem estar ausentes nas células dos tecidos-alvo.”</p>	Cromossomos sexuais; Diferenciação sexual.
			188	<p>“Esses mecanismos evitam a redução da variedade genética (na autofecundação os filhos recebem genes apenas de um indivíduo) e a reunião, no mesmo indivíduo, de genes causadores de doenças.”</p>	Mecanismos que dificultam a fecundação; diferença no amadurecimento de gônadas/sistema reprodutor.
			189	<p>“Os óvulos desenvolvem-se sem a participação de espermatozoides, não havendo, portanto, mistura de genes de dois gametas diferentes.”</p>	Partenogênese; reprodução assexuada.

			<p>189 “Além da reprodução assexuada, alguns organismos unicelulares podem trocar material genético entre si. Por exemplo, as bactérias podem transferir para outras bactérias parte de seu material genético (contido em moléculas de DNA chamadas <b>plasmídios</b>) por meio de pontes de citoplasma. Surgem, assim, novas variedades de bactérias. Essa forma mais simples de reprodução é chamada de <b>conjugação</b> e ocorre também em alguns protozoários, como o paramécio, que se unem e trocam material genético contido em pequenos núcleos, os micronúcleos. Estes sofrem meiose e são transferidos de um protozoário para o outro (figura 16.11).”</p>	<p>Tipos de reprodução; Reprodução assexuada; Reprodução das bactérias; Conjugação.</p>
--	--	--	---	---

		205	<p>“Após o encaixe, a cápsula do vírus se funde à membrana da célula, e o material genético viral penetra o citoplasma. Com o auxílio da enzima <b>transcriptase reversa</b>, o RNA sintetiza uma molécula de DNA, que lhe é complementar (figura 16.47), e é destruído. Essa molécula de DNA produz outra de DNA, complementar, e as duas se unem, formando uma dupla cadeia, que migra para o núcleo e se incorpora no patrimônio genético da célula (figura 16.32).</p> <p>Como é o RNA que sintetiza uma molécula de DNA, ao contrário do que acontece no processo de transcrição dos seres vivos em geral, o HIV é classificado no grupo dos <b>retrovírus</b> (retro = para trás), o que justifica também o nome de enzima que permite esse processo, isto é, a transcriptase reversa.</p> <p>O DNA do vírus desencadeia a síntese de novas moléculas de RNA, que orientam também a síntese de proteínas da cápsula e das enzimas virais”</p>	<p>Ação da proteína do HIV; proliferação do vírus; sistema imunológico.</p>
17	Fases e processos embrionários	225	<p>“Esses gêmeos são geneticamente iguais entre si e, portanto, são sempre do mesmo sexo.”</p>	<p>Gêmeos monozigóticos, univitelinos, idênticos ou verdadeiros</p>

		226	<p>“Como esses gêmeos se desenvolvem de células-ovo distintas, que vieram da união de gametas com genes diferentes (são geneticamente diferentes), eles não são tão parecidos quanto os idênticos. Podem ter ou não o mesmo sexo. De fato, podem ser tão diferentes quanto dois irmãos não gêmeos.”</p>	<p>Gêmeos fraternos/falsos; gêmeos dizigóticos ou bivitelinos;</p>
		227	<p>“Parece não haver tendência hereditária para a formação de gêmeos idênticos; ao que tudo indica, ela ocorre ao acaso. Mas algumas mulheres são mais propensas a lançarem simultaneamente mais de um ovócito na tuba, originando gêmeos falsos.</p> <p>A identificação do tipo de gêmeo pode ser feita por meio de um exame de DNA: somente gêmeos verdadeiros terão exatamente o mesmo material genético.”</p>	<p>Gêmeos, formação e identificação de gêmeos.</p>

		227 e 228	<p><b>Todo o texto sobre células-tronco</b></p> <p><i>Exemplo:</i></p> <p>“Para evitar o risco de rejeição é preciso conseguir células-tronco compatíveis com as do receptor ou realizar a clonagem terapêutica ou transferência nuclear, que consiste em retirar o núcleo de uma célula somática da pessoa que necessita de um transplante para um óvulo anucleado e estimular seu desenvolvimento em laboratório até o estágio de blastocisto.”</p>	Células-tronco; técnicas de clonagem; aplicações técnicas; vantagens e desvantagens da manipulação genética
		289	<p>“Uma célula primitiva ou protocélula poderia apresentar as propriedades de vida se estivesse protegida por uma membrana de lipídios, que, separando-a do ambiente, selecionaria as substâncias que entram na célula e saem dela, permitindo que o seu interior tivesse composição química diferente do exterior e garantindo uma diferença entre o ser vivo e o ambiente; se houvesse em seu interior enzimas que tornassem possíveis as reações químicas no metabolismo; se tivesse alguma espécie de molécula com capacidade de se replicar e controlar a síntese das enzimas, como fazem os ácidos nucleicos. No entanto, a duplicação do DNA e seu controle da síntese de proteínas são mecanismos muito</p>	Formação das primeiras formas de vida na Terra; célula primitiva; evolução da vida.

			<p>complexos que exigem a participação de grande número de enzimas. Por isso, é pouco provável que os primeiros genes fossem feitos de DNA.</p> <p>Alguns cientistas acham mais provável que o primeiro gene tenha sido feito de RNA ou de alguma molécula semelhante simples, uma espécie de pré-RNA (figura 23.9).”</p>	
		290	<p>“Na década de 1980, descobriu-se que, assim como as proteínas, moléculas de RNA também podiam funcionar como enzimas, elas foram chamadas de <b>ribozimas</b>. Embora hoje nenhum tipo de RNA consiga se replicar sem o auxílio de enzimas, o químico norte-americano David Bartel e seus colaboradores conseguiram produzir em laboratório um RNA artificial capaz de catalisar a união de nucleotídeos e formar um trecho de outro RNA. Embora não prove que algo semelhante tenha acontecido na origem da vida, isso encoraja pesquisas nesse sentido.”</p>	Formação das primeiras formas de vida na Terra; célula primitiva; evolução da vida.
		290	<p>“Enquanto o ambiente se modifica, os seres vivos sofriam mutações.”</p>	Formação da vida na Terra; Desenvolvimento e sucesso dos seres autotróficos.
		292	<p>“Com os eucariontes, surge uma célula de complexidade maior, capaz de acumular maior coleção</p>	Formação da vida na Terra; Evolução e

				de genes e enzimas.”	complexidade dos seres vivos.
--	--	--	--	----------------------	-------------------------------

**Tabela 2: Volume 2 da Coleção Didática**

Nº	Capítulo	Assunto	Pág.	Enunciado	Interpretação
1	1	Classificação dos seres vivos	13	“Essa é uma das formas básicas de definir espécie: é o <b>conceito biológico de espécie</b> , muito utilizado no estudo da evolução. No entanto, essa definição tem limitações: não pode ser usada, por exemplo, para fósseis, visto que não podemos observar sua reprodução, nem para os organismos que possuem apenas reprodução assexuada.”	Definição de espécie; conceito biológico de espécie; identificação taxonômica.
		Evolução e ancestralidade	16	“Para determinar o grau de parentesco evolutivo entre os grupos pode ser usadas características anatômicas, fisiológicas, comportamentais ou moleculares.”	Sistemática filogenética; classificação e evolução dos seres vivos.
		Evolução e ancestralidade	16	“Reveja a figura 1.5. O diagrama indica que chimpanzés e gorilas são os parentes evolutivos mais próximos da espécie humana. Mas análises de sequência de DNA mostram que os chimpanzés estão mais próximos de nós do que os gorilas.”	Ancestralidade ; evolução.

2	2	Vírus	23	<p>“Os vírus medem entre <math>0,01\mu</math> e são formados por uma cápsula de proteína, o <b>capsídeo</b> (<i>capsa</i> = caixa), com várias subunidades, os <b>capsômeros</b> (meros = parte). Veja a figura 2.2. No interior do capsídeo há um ácido nucleico (DNA ou RNA). A esse conjunto damos o nome de <b>nucleocapsídeo.</b>”</p>	Estrutura/morfologia dos vírus; definição de vírus.
		Vírus	24	<p>“O processo começa com o encaixe das fibras da cauda do vírus na membrana da bactéria. A cauda se contrai e injeta o DNA na célula. A cápsula vazia, fica do lado de fora (figura 2.3 A). No interior da célula, o DNA do vírus comanda a produção de uma enzima que inativa o DNA da bactéria, assumindo o comando do metabolismo celular e usando os nucleotídeos e as enzimas da célula para fabricar cópias de seu próprio DNA, além de comandar a síntese de proteínas da cápsula (figura 2.3 B). As novas cápsulas se associam às cópias do DNA, e de cem a duzentos novos vírus são formados (figura 2.3 C). Um dos genes do vírus produz, então, uma enzima que difere a parede bacteriana, provocando a ruptura e a morte da célula (figura 2.3 D). Cada novo vírus formado pode infectar uma nova bactéria.”</p>	Infecção e reprodução dos vírus.

		Vírus	24	<p>“Em alguns tipos de vírus que apresentam RNA como material genético (como os vírus da gripe, do sarampo, da raiva e da poliomielite, esse ácido nucleico orienta – dentro da célula hospedeira – a produção de uma molécula de RNA que vai comandar a síntese de proteínas da cápsula e de novas moléculas de RNA.</p> <p>Já no grupo de vírus de RNA conhecidos como <b>retrovírus</b> (retro = atrás), esse ácido sintetiza uma molécula de DNA (ao contrário do que acontece no processo de transcrição dos seres vivos em geral. Por isso a enzima que permite esse processo é chamada <b>transcriptase reversa</b>), que poderá orientar a produção de novas moléculas de RNA virais e das proteínas da cápsula. É o caso do vírus da Aids, que estudaremos mais adiante.”</p>	Tipos de vírus; Tradução; Processo de síntese proteica viral
--	--	-------	----	--	--

	Vírus do HIV	27	<p>“No continente africano existem dois tipos de HIV. O HIV-1 e o HIV-2. Análises comparativas dos genomas desses vírus e dos vírus SIV (<i>simian immunodeficiency vírus</i>) sugerem que o HIV-1 surgiu do vírus SIVcpz, que afeta os chimpanzés da subespécie <i>Pan troglodytes troglodytes</i>, já que os genomas desses dois vírus são quase idênticos. Por sua vez, o genoma do HIV-2 é quase idêntico ao do SIVsm, um vírus encontrado no macaco-verde africano (<i>Cercocebus torquatus atys</i>), do qual se originou.</p> <p>A explosão demográfica, as migrações para as cidades, a aplicação de medicamentos sem condições ideais de higiene, entre outros fatores, teriam espalhado o vírus pelo continente africano. A partir da década de 1970, a agressividade do vírus aumentou, espalhando-se rapidamente pelo mundo, por meio de relações sexuais, do uso de drogas injetáveis e de transfusões sanguíneas. A medida que se espalhava, seu código genético sofria mutações e surgiam novas variedades.”</p>	Epidemia de HIV; origem e disseminação do vírus.
--	--------------	----	---	--

		Classificação do vírus HIV	27	“Medindo apenas 0,1 micrômetro (símbolo), ele é formado por uma cápsula esférica de glicoproteínas mergulhadas em uma dupla cama de lipídios e proteínas, sendo, por isso, classificado como vírus envelopado. No seu interior, há duas moléculas de RNA e enzimas (transcriptase reversa, integrase e protease).”	Estrutura do vírus HIV; morfologia do vírus.
		Reprodução do vírus HIV	27	“Após o encaixe, a cápsula do vírus se funde à membrana da célula e o material genético viral penetra em seu citoplasma. Com o auxílio da enzima transcriptase reversa, o RNA sintetiza uma molécula de DNA, que lhe é complementar, e em seguida é destruído. Essa molécula de DNA produz outra de DNA, complementar, e as duas se unem, formando uma dupla cadeia, que migra para o núcleo e se incorpora ao material genético da célula (figura 2.7).”	Reprodução dos vírus
		Classificação e reprodução do vírus HIV	28	“Como é o RNA que sintetiza uma molécula de DNA, ao contrário do que acontece no processo de transcrição dos seres vivos em geral, o HIV é classificado no grupo dos retrovírus.”	Reprodução dos vírus; classificação; retrovírus

	Reprodução do vírus HIV	28	O DNA do vírus pode desencadear a síntese de novas moléculas de RNA, que orientam também a síntese de proteínas da cápsula e das enzimas virais. Assim, formam-se novos vírus, que migram para a periferia da célula, são envolvidos pela membrana e compõem brotos que se soltam da célula. Esses novos vírus podem, então, infectar outras células.”	Reprodução dos vírus
3	Estrutura das bactérias	33	“No citoplasma, há apenas DNA, ribossomos e grãos de glicogênio (reserva de alimento). Estão ausentes as outras organelas típicas das células eucariotas. As bactérias também não possuem citoesqueleto. O DNA tem forma circular e não está ligado a proteínas, como nos eucariontes. Além desse DNA, pode haver uma ou mais moléculas menores de DNA, os plasmídeos. Alguns podem conter genes que conferem à bactéria resistência a antibióticos; outros podem ser injetados em bactérias competidoras, fazendo com que sintetizem uma substância tóxica que determina sua morte.”	Estrutura das bactérias; fisiologia/anatomia bacteriana

		Estrutura das bactérias	33 “Muitas bactérias possuem <b>flagelos</b> , filamentos longos usados para locomoção. Além dos flagelos, pode haver filamentos de citoplasma, as <b>fimbrias</b> (figura 3.2), que atuam na <b>conjugação</b> (troca de material genético entre duas bactérias) e ajudam na adesão da bactéria às células do hospedeiro, facilitando a infecção. Essa adesão favorece, por exemplo, a formação de placa bacteriana nos dentes e, conseqüentemente, as cáries dentárias.”	Estrutura das bactérias; fisiologia/anatomia bacteriana
		Respiração bacteriana	34 “Em relação à respiração, as bactérias podem ser divididas em: <b>aeróbias</b> , que dependem de oxigênio para conseguir energia e não sobrevivem sem esse gás; <b>anaeróbias facultativas</b> , que podem realizar respiração aeróbia se houver oxigênio no ambiente ou então sobrevivem à custa de processos anaeróbios; <b>anaeróbias obrigatórias</b> ou <b>estritas</b> , que morrem em determinada concentração de oxigênio no ambiente, porque esse gás, livre dentro da célula, pode danificar moléculas importantes, como o DNA e enzimas.”	Processos de respiração bacteriana

	Reprodução bacteriana	34	<p>“A principal forma de reprodução das bactérias é a assexuada, por divisão binária ou bipartição: a célula aumenta de tamanho e o DNA se duplica; em seguida, a célula se divide, ficando uma cópia do DNA para cada célula-filha (figura 3.4). Esse processo origina uma população de indivíduos geneticamente iguais, os clones.”</p>	Tipos de reprodução bacteriana
	Reprodução bacteriana	35	<p>“As bactérias podem também realizar conjugação: duas bactérias se ligam pelas fimbrias e ocorre a transferência do plasmídeo de uma para a outra (figura 3.5). Após a troca, elas se separam. Quando, posteriormente, as bactérias se dividirem, são produzidas bactérias que também carregam os novos plasmídeos. A conjugação, por exemplo, a espalhar a resistência a antibióticos entre as bactérias. Isso acontece quando um plasmídeo com um gene que confere resistência a determinado antibiótico é transferido. Desse modo, também podem surgir bactérias resistentes a vários tipos de antibióticos.”</p>	Tipos de reprodução bacteriana; troca de material genética; estratégias evolutivas.

	Arqueas	37	“As arqueas não possuem peptidoglicanos em sua parede celular e os lipídios de sua membrana são diferentes dos outros seres vivos. Além disso, análises do RNA indicaram que esses seres são mais aparentados com os eucariontes do que com as bactérias.”	Estrutura arqueas; diferenças entre arqueas e bactérias.
	Biotecnologia	38	“Como as enzimas de algumas arqueas funcionam bem em temperaturas e condições que destruiriam as enzimas dos outros organismos, elas podem ser aproveitadas na produção de detergentes ativos em água quente ou meio ácido, em técnicas que aceleram o isolamento de DNA (fundamentais para testes de DNA), em temperaturas mais altas, na limpeza de água contaminada por petróleo e na produção de gás combustível a partir da matéria orgânica dos esgotos.”	Aplicações científicas; biotecnologia; avanços científico-técnicos; relações entre CTS.
4	Reino Protista	42	“A divisão dos protistas em vários reinos no sistema de três domínios é bastante complexa, levando em conta inclusive análises moleculares dos genes para estabelecer árvores filogenéticas. Então, vamos nos limitar aqui a estudar dois grandes grupos de protistas: os protozoários e as algas (grupos sem valor taxonômico no sistema de três domínios).”	Classificação taxonômica; Reino Protista; mudanças taxonômicas com base em análises moleculares

		Protozoários ciliados	43	“Realizam reprodução assexuada (por bipartição, na qual trocam material genético de seus núcleos com outro protozoário).”	Modo de reprodução; Protozoa; protozoários com cílios
	5	Fungos	60	“Como exemplos de ascomicetos, temos: o levedo, cuja espécie mais conhecida é a <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , usada na fabricação de bebidas alcoólicas, álcool e pão; trufa (gênero <i>Tuber</i> ), muito apreciada na culinária; a <i>Neurospora</i> , bolor do pão usado em pesquisas genéticas (...).”	Reino Fungi; Ascomicetos, espécies de fungos
		Classificação dos fungos	62	“No entanto, análises moleculares têm feito com que alguns deles sejam remanejados para outros grupos, principalmente o dos ascomicetos, caso dos gêneros <i>Penicillium</i> e <i>Aspergillus</i> . Trata-se, portanto, de um grupo artificial, sem valor taxonômico.”	Classificação taxonômica; Reino Fungi; mudanças taxonômicas com base em análises moleculares
3	7	Polinização	80	“Embora muitas flores apresentem, simultaneamente, estames e pistilos, existem mecanismos que evitam a autofecundação; por exemplo, a incompatibilidade genética entre o grão de pólen e o pistilo da mesma planta ou o amadurecimento do estame e do pistilo em épocas diferentes. Tais mecanismos favorecem a fecundação cruzada, mais vantajosa em termos de variabilidade genética.”	Variabilidade genética; mecanismos de fecundação das plantas; reprodução vegetal.

	Reprodução das plantas	84	“Além de ser mais rápida (para plantar cana-de-açúcar, por exemplo, basta enterrar seus gomos), a reprodução assexuada produz indivíduos geneticamente idênticos ao original. Desse modo preservam-se determinadas características, que poderiam perder-se com a reprodução sexuada, pois, ao se cruzarem plantas híbridas, por exemplo, apenas uma parte dos descendentes obterá todas as características desejáveis pela agricultura.”	Reprodução assexuada; partenocarpia; seleção artificial de espécies.
	Reprodução das plantas	84	“A reprodução assexuada tem também desvantagens. Como esse tipo de reprodução produz indivíduos geneticamente iguais, todos podem ser igualmente suscetíveis ao ataque de determinado parasita ou praga”	Reprodução assexuada; desvantagens; variabilidade genética.
8	Desenvolvimento das plantas	103	“Às vezes, o ovário se desenvolve sem ser fecundado, como na bananeira (a planta reproduz-se assexuadamente, sem produzir semente). Outras vezes, uma mutação produz fruto sem semente, e a planta é perpetuada artificialmente pelo ser humano por meio de enxertos, como no caso da laranja-da-baía. Esses frutos sem semente são chamados partenocárpicos, como vimos no capítulo anterior.”	Desenvolvimento das Plantas; Reprodução; mutação; Partenocarpia.

5	20	Sistema Digestório	242	<p>“O pâncreas produz ainda: a <b>amilase pancreática</b>, que completa a ação da amilase salivar; as nucleases (desoxirribonucleases e ribonucleases), que fragmentam ácidos nucleicos em nucleotídeos; a <b>carboxipeptidase</b> (produzida em forma inativa), que quebra mais algumas ligações dos peptídeos; uma <b>lipase</b>, que digere as gorduras (triglicerídios) em ácidos graxos, glicerol e monoglicerídios.”</p>	Enzimas digestivas; Processo digestório, Funções do pâncreas.
		Sistema Digestório	242	<p>“A digestão termina na parte mais longa do intestino delgado, formada pelo jejuno e pelo íleo. Essas porções do intestino produzem o suco intestinal, composto pelas enzimas responsáveis pelas etapas finais da digestão: <b>maltase</b>, que hidrolisa a maltose em glicose; <b>lactase</b>, que quebra a lactose em glicose e galactose; <b>aminopeptidases, dipeptidases e tripeptidases</b>, que hidrolisam os polipeptídops em aminoácidos; <b>lipase</b>, em pequena quantidade; <b>nucleosidases e nucleotidases</b>, que atacam nucleotídeos e nucleosídeos.”</p>	Enzimas digestivas; Processo digestório, Funções do intestino delgado.

22	Sistema circulatório	264	<p>“Uma linha de tratamento experimental é o uso de células-tronco, capazes de se transformar em diferentes tecidos e que podem recuperar as regiões do coração atingidas por um infarto. As células-tronco são encontradas em embriões no início do desenvolvimento, no cordão umbilical e em alguns tecidos adultos.”</p>	<p>Doenças cardíacas; Terapias; Tratamentos com células-tronco.</p>
25	Receptores sensoriais: visão		<p>“Daltonismo – de origem genética, afeta os cones, e a pessoa não consegue distinguir certas cores.”</p>	<p>Daltonismo; Doenças hereditárias.</p>
	Receptores sensoriais: audição		<p>“A perda parcial ou total da audição (surdez) pode ser provocada por lesões no mecanismo de transmissão dos sons até a cóclea, na cóclea ou no nervo vestiboloclear. Alguns tipos de surdez são de origem hereditária.”</p>	<p>Sistema auditivo; Problemas auditivos; Surdez.</p>