

Possíveis efeitos de sentido na leitura sobre biotecnologia presente num livro didático
Possible sense effects on reading about biotechnology in a textbook
Posibles efectos de significado en la lectura sobre biotecnología presentes en un libro didático

Recebido: 31/10/2020 | Revisado: 07/11/2020 | Aceito: 10/11/2020 | Publicado: 15/11/2020

Alberto Lopo Montalvão Neto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4875-646X>

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

E-mail: montalvaoalberto@gmail.com

Maria José Pereira Monteiro de Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7652-4730>

Universidade Estadual de Campinas, Brasil

E-mail: mjpmalmeida@gmail.com

Resumo

Considerando que a Biotecnologia possui muitas controvérsias, neste trabalho procuramos compreender como temas biotecnológicos aparecem num livro didático. Para isso, analisamos como textos escritos e imagens, presentes num capítulo de um livro didático de Biologia do Ensino Médio, podem contribuir para a produção de sentidos sobre os produtos biotecnológicos e sobre controvérsias a eles associados. Como apoio teórico-metodológico nos filiamos à Análise de Discurso pecheutiana, principalmente em produções de Eni Orlandi. Partimos da relação entre forma e conteúdo, considerando alguns princípios e noções, tais como relações de força, mecanismos de antecipação e formações discursivas, para compreendermos a produção de sentidos a partir da interação imagem-texto. Com base nos pressupostos enunciados, apontamos que essas imagens possuem uma dependência do texto para que possam se filiar a um discurso biotecnológico, o que pode ir de encontro à produção de sentidos esperados do ponto de vista do ensino. Apontamos ainda que é a partir de um jogo entre tipologias discursivas (discurso pedagógico, científico e cotidiano) que o texto do livro didático é construído.

Palavras-chave: Biotecnologia; Livro didático; Análise de discurso; Controvérsias sociocientíficas.

Abstract

Considering that Biotechnology has many controversies, in this research we try to understand how biotechnological themes appear in a textbook. For this, we analyze how written structure and images, present in a chapter of a high school biology textbook, can contribute to the production of meanings about biotechnological products and the controversies associated with them. As a theoretical and methodological support, we joined the Pecheutian Discourse Analysis, mainly in productions by Eni Orlandi. We start from the relation between form and content, considering some principles and notions, such as power relations, anticipation mechanisms and discursive formations, in order to understand the production of meanings from the image-text interaction. Based on the stated assumptions, we point out that these images have a dependence on the text so that they can join a biotechnological discourse, which can go against the production of meanings expected from the teaching point of view. We also point out that it is from a game between discursive typologies (pedagogical, scientific and daily discourse) that the text of the textbook is constructed.

Keywords: Biotechnology; Textbook; Discourse analysis; Socio-scientific controversies.

Resumen

Considerando que en la Biotecnología hay muchas controversias, este trabajo busca entender como aparecen las cuestiones biotecnológicas en un libro didáctico. Para eso, analizamos como textos escritos e imágenes, presentes en un capítulo de un libro didáctico de Biología de la Enseñanza Média, pueden contribuir para la producción de significados sobre productos biotecnológicos y sobre controversias para asociados. Como soporte teórico-metodológico, nos sumamos al Análisis del Discurso Pecheutiano, principalmente en las producciones de Eni Orlandi. Partimos de la relación entre forma y contenido, considerando algunos principios y conceptos, como relaciones de poder, mecanismos de anticipación y formaciones discursivas, para entender la producción de significados a partir de la interacción imagen-texto. De los enunciados realizados asumimos que estas imágenes tienen una dependencia del texto para que puedan relacionarse con un discurso biotecnológico, o que puedan cumplir con la producción de significados esperados desde el punto de vista de la docencia. También asumimos que es a partir de un juego entre tipologías discursivas (discurso pedagógico, científico y cotidiano) que se construye el texto del libro didáctico.

Palabras clave: Biotecnología; Libro didáctico; Análisis del discurso; Controversias socio-científicas.

1. Introdução

A abordagem das tecnologias do DNA em recursos didáticos e as questões socialmente relevantes são pertinentes pela possibilidade de aproximação da ciência e da tecnologia de aspectos sociais, políticos, éticos, culturais, econômicos, ambientais, entre outros. Essa abordagem também é apropriada devido ao fato de que o interesse pelo campo da Genética tem aumentado de forma significativa na sociedade e no contexto de ensino. Assim, recentemente alguns temas, como transgênicos, células-tronco, clonagem, terapia gênica, entre outros, têm sido bastante valorizados. No entanto, as questões sociais muitas vezes ficam relegadas a um papel secundário (Pansera-de-Araújo & Scheid, 2007). Por isso, consideramos como importante um olhar para as questões que relacionam esses temas aos aspectos sociais.

Este texto tem a sua origem associada a uma problemática bastante presente em nossa sociedade: as controvérsias sociocientíficas. É fato que, entre as questões que integram os múltiplos aspectos e discussões na contemporaneidade, em várias esferas sociais, estão as controvérsias. Podemos dizer que se trata de questões em disputa na comunidade científica e que, segundo Ramos e Silva (2007), são necessárias para o desenvolvimento da Ciência.

Algumas controvérsias sociocientíficas podem se tornar um recurso pedagógico promissor, possibilitando a abordagem da história e natureza da Ciência, por meio da conflituosa relação entre posicionamentos (Bulla & Meghioratti, 2016). Ou seja, a partir de abordagens que envolvam as controvérsias, podemos trazer discussões para a sala de aula sobre assuntos polêmicos, como o aquecimento global, o consumo de alimentos transgênicos, a clonagem, a terapia gênica, entre outros. Nesse sentido, pode ser promissor trabalhá-las no ensino, visto que elas podem abrir margens para que os alunos reflitam sobre o mundo que habitam, o que pode encaminhá-los para a tomada de posicionamentos.

Como um dos exemplos relacionados às controvérsias sociocientíficas que são debatidas na atualidade, podemos citar as discussões sobre os alimentos transgênicos. Os transgênicos podem ser definidos como “[...] qualquer organismo, microrganismo, animal ou planta que, por transformação, teve sua constituição genética alterada pela introdução de gene(s) de um outro organismo, em geral de uma outra espécie” (Pedrancini, Corazza-Nunes, Galuch, Moreira, & Nunes, 2008, p. 139) e esses organismos caracterizam-se como um dos produtos da Biotecnologia. Além disso, entre os embates que envolvem esses organismos, alguns especialistas apontam aqueles que estão relacionados: a) à saúde e são possíveis causadores de reações alérgicas/tóxicas; b) ao meio ambiente e que podem interferir na vida

de outras espécies, principalmente as silvestres, devido ao fluxo gênico; c) às questões econômicas e que podem impactar os pequenos produtores, visto que estes não teriam fácil acesso às tecnologias, enquanto que as multinacionais dominariam o uso das técnicas (Pedrancini *et al.*, 2008). Dessa forma, justifica-se a pertinência em se procurar compreender de que maneira as questões apontadas até aqui são veiculadas por recursos didáticos destinados à Biologia, visto que essas questões controversas poderiam ser trabalhadas nas escolas. Daí o propósito de direcionarmos um estudo para a análise de possíveis sentidos produzidos na leitura da Biotecnologia presente num livro didático de Biologia destinado ao Ensino Médio.

Segundo Carvalho, a Biotecnologia trata do “[...] conjunto de conhecimentos, técnicas e métodos, de base científica ou prática, que permitem a utilização de seres vivos como parte integrante e ativa do processo de produção industrial de bens e serviços” (Carvalho, 1993 apud Borzani, Schmidell, Lima, & Aquarone, 2001, p. 5). Cabe ressaltar que muitas são as áreas do conhecimento que integram o campo e entre elas podemos citar a Bioquímica, a Genética, a Fisiologia, a Microbiologia, a Virologia, a Botânica, a Zoologia, a Ecologia etc. Todas essas áreas trabalham com o propósito de produzir tecnologias por meio do uso ou da modificação de materiais biológicos, ou seja, elas visam a modificação de seres vivos ou de suas partes.

Entre as áreas mencionadas destacamos a Genética, visto que as técnicas de edição genética ganharam destaque nos últimos anos, aprimorando-se desde os primeiros experimentos de manipulação gênica realizados nos anos 1970. Assim, dada a importância assumida por essas técnicas nas últimas décadas, em setores industriais, alimentícios, terapêuticos, farmacêuticos etc., autores como Borém (2003) apontam que vivemos numa “Era da Engenharia Genética” e, além disso, considera-se que “Após o acúmulo de conhecimentos e experiência a respeito da biotecnologia moderna, sua definição deve cobrir as várias técnicas que utilizam o DNA recombinante para gerar produtos ou serviços” (Costa & Borém, 2003, p. 13).

Sobre alguns conceitos importantes, como DNA e gene, sabemos que este último é polissêmico e se coloca como uma questão controversa na Biologia, visto que o conceito “[...] está em fluxo, não sendo possível identificar uma interpretação predominante” (Evangelista, Santos & El-Hani, 2015, p. 3). Além disso, “[...] as inconsistências relativas ao conceito molecular clássico de gene demonstram a inviabilidade de uma definição única do gene como sequência estática e bem demarcada no DNA” (Schneider *et al.*, 2011, p. 208). Isso ocorre devido aos contextos de descoberta científica, que envolvem o conceito de gene e que

influenciaram a forma como as suas definições foram se alterando ao longo dos anos. No entanto, simplificarmente podemos dizer que o gene é a unidade fundamental que define a hereditariedade, sendo uma sequência de nucleotídeos capaz de codificar uma proteína. Ou seja, o gene é a parte/segmento do DNA que carrega as informações genéticas/hereditárias dos indivíduos.

Considerando essa definição, compreendemos que o DNA “[...] é a molécula genética primordial que contém toda a informação hereditária nos cromossomos [...]” (Watson *et al.*, 2015, p. 77) e devido a isso, muitas vezes, estabelecem-se analogias que denominam o DNA como “código genético”. Assim concebido por Watson e seus colaboradores (2015), o DNA é o material genético que possui estrutura dupla-hélice, sendo composto por uma pentose (açúcar), bases nitrogenadas e um grupo fosfato. Porém, suas definições ainda são pouco precisas, visto que, como apontam Evangelista, Santos e El-Hani (2015), há uma série de outras questões relacionadas às expressões fenotípicas, principalmente no que se refere às interações gênicas. Além disso, com os recentes avanços científicos, principalmente por meio do sequenciamento genômico de seres vivos, a Biologia tem sofrido alterações consideráveis (Watson *et al.*, 2015).

Quanto ao direcionamento da pesquisa, consideramos que o livro didático “[...] goza de uma posição de destaque no ensino, pois é um recurso didático, muitas vezes, utilizado pelo professor para organizar, desenvolver e avaliar o seu trabalho pedagógico” (Silva & Meghioratti, 2020, p. 260). No entanto, apesar de sua grande importância, compreendemos que as formas de utilização desse recurso por professores e alunos podem ser ressignificadas de diferentes modos (Megid-Neto & Fracalanza, 2003). E no que se refere ao tipo de material simbólico que o constitui, é fato que o texto escrito está presente em todos os livros didáticos e que grande parte deles também incluem imagens. Entre os recentes estudos sobre o tema, os trabalhos de Coutinho, Soares, Braga, Chaves e Costa (2010), Badzinski e Hermel (2015) e Neves, Carneiro-Leão e Ferreira (2016) analisam alguns livros didáticos voltados para o Ensino Médio para refletir sobre as contribuições das imagens na compreensão dos conteúdos de Biologia. Em suas análises, os autores mencionados consideram: a) qualidade; b) valor didático e funcionalidade; e c) relação com o texto no livro didático.

Podemos considerar que as imagens podem representar um imaginário social sobre diferentes questões. Nesse sentido, “[...] As imagens podem representar um objeto, uma situação, um fenômeno e algumas podem se apresentar mais próximas das formas perceptivas, ou seja, do que vemos efetivamente” (Neves, Carneiro-Leão & Ferreira, 2016, p. 95). Compreendemos, então, que as imagens de um livro didático podem possuir um caráter

polissêmico, já que os sentidos atribuídos a elas dependem das interpretações de seus leitores. Sendo as representações visuais comuns ao cotidiano e ao ensino, e considerando que elas são importantes nos recursos didáticos, entendemos também que “[...] o uso das imagens em livros didáticos de Biologia possui grande relevância, principalmente, diante dos conteúdos tão amplamente abstratos que esse componente curricular possui, tendo importância na construção do conhecimento” (Badzinski & Hermel, 2015, p. 437).

A opção por direcionar a pesquisa para aspectos da Biotecnologia, presentes em recortes de textos escritos e de imagens do livro didático, também encontra respaldo em Miranda, Medeiros, Oliveira e Flôr (2013), que dizem que, por “texto”, podemos compreender múltiplas formas de materialização da linguagem (escritas, imagéticas, audiovisuais, gestuais etc.). Nesse sentido, buscamos compreender o funcionamento discursivo de textos escritos e imagéticos, uma vez que, sendo um recurso atravessado por diferentes discursos, a partir do livro didático podem emergir uma multiplicidade de efeitos de sentidos. Ao mesmo tempo, com base nas pesquisas supramencionadas, partimos da premissa de que no texto do livro didático também há silêncios e mecanismos que estabilizam sentidos relativos às questões sociocientíficas.

O estudo foi estruturado com o propósito de compreendermos possíveis efeitos de sentidos presentes num capítulo de Biotecnologia de um livro didático de Biologia do Ensino Médio. A questão de pesquisa foi assim enunciada: *“Como textos escritos e imagens, presentes num livro didático de Biologia, podem contribuir para a produção de sentidos sobre produtos da Biotecnologia e sobre algumas das controvérsias a eles associadas?”*. Para respondê-la apoiamos-nos teoricamente em princípios e noções da Análise de Discurso pecheutiana, principalmente a partir de publicações de Eni Orlandi, de modo a analisar um *corpus* que se pauta em recortes de um capítulo de um livro didático que aborda a Biotecnologia.

2. Apoio Teórico-Metodológico, Dispositivo Analítico e *Corpus* do Estudo

2.1 Apoio teórico e procedimento analítico

Conforme Orlandi (2003), autora da vertente da Análise de Discurso (AD) que teve em Michel Pêcheux um de seus principais articuladores, compreendemos o discurso como efeito de sentidos entre interlocutores. Assumimos que a linguagem não é transparente e acreditamos na importância de se buscar possíveis mecanismos pelos quais ela funciona e

produz sentidos.

A mesma autora se refere a três possibilidades para o discurso pedagógico: o lúdico, o polêmico e o autoritário. No lúdico o objeto do discurso e os interlocutores estão presentes. Sobre os outros dois discursos, Orlandi nos diz que:

O discurso polêmico mantém a presença do seu objeto, sendo que os participantes não se expõem, mas ao contrário procuram dominar o seu referente dando-lhe uma direção [...] No discurso autoritário o referente está ‘ausente’, oculto pelo dizer; não há realmente interlocutores, mas um agente exclusivo [...] (Orlandi, 1983, p. 10).

Ainda sobre o discurso pedagógico, Almeida (2012) o compreende como um dizer institucionalizado, filiado e remetido à escola, mas que também funciona por diversos mecanismos além dela. Esse discurso, com traços formalizados/institucionais, está presente em diversos lugares/contextos e, entre eles, podemos citar o livro didático. Ademais, muitas vezes é por meio do dizer pedagógico e do dizer científico que se demarcam os discursos autoritários.

Uma outra noção da AD que consideramos relevante para a análise do *corpus* deste estudo é a de formação discursiva. Segundo Orlandi (2003) essa noção, mesmo sendo polêmica, é básica na AD, possibilitando o estabelecimento de regularidades no funcionamento discursivo e a autora a define como aquilo que “[...] a partir de uma posição dada em uma conjuntura sócio-histórica dada – determina o que pode e deve ser dito.” (Orlandi, 2003, p. 43).

Para compreendermos possíveis produções de sentido sobre a Biotecnologia na leitura de um livro didático optamos por analisar excertos de textos escritos e algumas imagens, dado que há diversas formas de materialização da linguagem. Cabe ressaltar ainda que essas materializações ocorrem sob os efeitos da ideologia e da história, pois segundo Orlandi (1995):

O sentido tem uma matéria própria, ou melhor, ele precisa de uma matéria específica para significar. Ele não significa de qualquer maneira. Entre as determinações – as condições de produção de qualquer discurso – está a da própria matéria simbólica: o signo verbal, o traço, a sonoridade, a imagem, etc., e sua consistência significativa (Orlandi, 1995, p. 4).

E como os discursos que iríamos analisar faziam parte de um livro didático, um tipo de recurso destinado à escola e que funciona como um veículo do que Almeida (2010) chamou de discurso escolar relativo à Ciência, julgamos relevante a consideração de Possenti (1997),

que afirma que “[...] o critério de cientificidade de um enunciado não é a verdade da proposição que ele veicula, mas seu sistema de produção [...] o que distingue os enunciados científicos dos não-científicos são suas condições de produção” (Possenti, 1997, p. 12). Condições essas que, segundo Orlandi (2003), podem ser compreendidas como os contextos históricos e imediatos, que fazem com que o sujeito, ao dizer, signifique em:

[...] condições determinadas, impelido, de um lado, pela língua e, de outro, pelo mundo, pela sua experiência, por fatos que reclamam sentidos, e também por sua memória discursiva, por um saber/poder/dever dizer, em que os fatos fazem sentido por se inscreverem em formações discursivas que representam no discurso as injunções ideológicas (Orlandi, 2003, p. 53).

Também focalizamos o apoio em alguns indicadores do funcionamento ou não das imagens. Conforme colocam Martins, Gouvêa e Piccinini (2005), há uma ideia equivocada de que as imagens comunicam/significam de forma mais objetiva e direta do que as palavras. Mas os autores também apontam que “[...] a linguagem visual se constitui em um sistema de representação simbólica, profundamente influenciado por princípios que organizam possibilidades de representação e de significação em uma dada cultura” (Martins *et al.*, 2005, p. 38). Outrossim, Silva, Zimmermann, Carneiro, Gastal e Cassiano (2006) e Ramos e Silva (2014) apontam que há um equívoco a respeito das imagens, ao se julgar que elas são mais diretas do que as palavras. Estes últimos autores afirmam que é comum o uso de imagens no ensino de Ciências, de modo que há uma naturalização da ideia de que um trabalho com imagens seria mais claro/óbvio do que aqueles que utilizam outras formas de linguagem. Além disso, segundo Ramos e Silva (2014), muitas vezes, “[...] não nos aprofundamos em entender de que forma as textualizações são construídas para produzir e administrar os sentidos” (Ramos & Silva, 2014, p. 53). Não obstante, Silva *et al.* (2006) apontam que algumas pesquisas têm demonstrado que existe uma necessidade de se ensinar a leitura de imagens, pois elas não são transparentes.

Orlandi (2003) diz que “Nos estudos discursivos, não se separam forma e conteúdo e procura-se compreender a língua não só como uma estrutura, mas sobretudo como acontecimento” (Orlandi, 2003, p. 19). Assim como a autora, admitimos que essa não separação não somente é válida para a língua, mas também para outras formas de linguagem, como, por exemplo, a imagética. Dessa forma, tendo em conta a análise a ser realizada, duas outras noções bastante relevantes são: relação de força e mecanismo de antecipação.

Apontamos que as “[...] relações de força presentes nos discursos permitem

compreender os sentidos atribuídos para determinado texto a partir do lugar que o leitor ocupa em relação a seu interlocutor” (Miranda *et al.*, 2013, p. 5). Nesse sentido, essas relações implicam em “[...] considerar que são as ‘posições de poder imaginárias’, enquanto representações sociais e não enquanto posições empírico-sociológicas, que funcionam no discurso” (Silva & Almeida, 2017, p. 887). Além disso, elas são representações/imagens que os interlocutores constroem de si, dos outros e das condições de produção envolvidas.

Lembrando que o sentido é construído na relação entre os interlocutores com a situação e o contexto histórico-social, apontamos a relevância da representação social e de como ela está associada ao processo de significação. Almeida e Pagliarini (2015, p. 81), ao comentarem que a linguagem é o “[...] resultado da interação entre o homem e as realidades natural e social, ou seja, constitui-se em produção social, e deve ser pensada como uma mediação necessária [...] sendo os processos, na constituição da linguagem, processos sócio-históricos”, apontam para a consideração de que as representações, que estão intimamente ligadas ao mecanismo de antecipação, filiam-se ao imaginário dos locutores. Este é formulado a partir do lugar que eles ocupam no discurso. Além disso, Orlandi evidencia a sua relação com a ideologia:

[...] a relação com o mundo é constituída pela ideologia; a ideologia é vista como o imaginário que medeia a relação do sujeito com suas condições de existência. No discurso, o mundo é apreendido, trabalhado pela linguagem e cabe ao analista procurar apreender a construção discursiva dos referentes. A ideologia é, pois, constitutiva da relação do mundo com a linguagem, ou melhor, ela é condição para essa relação (Orlandi, 1994, p. 56).

Em síntese, como apontado em Almeida e Pagliarini (2018), um sujeito, ao dizer algo, o faz de uma determinada posição social e com isso ele significa. Todo esse processo de significação é atravessado por mecanismos que impõem regras, que projetam e alicerçam a relação entre as situações e as suas representações no âmbito discursivo. Há, portanto, um espaço em que se encontram as representações sociais, que constituem a significação discursiva, por meio de mecanismos próprios de antecipação, ou seja, de se colocar no lugar de seu interlocutor, regulando a interpretação. Nesse sentido, nosso intuito é compreender quais são os sentidos possíveis sobre Biotecnologia num livro didático, considerando, segundo Pêcheux (1990), que há uma relação necessária entre forma e conteúdo. E, conforme apontam Almeida e Pagliarini (2018, p. 8), “[...] ainda que estejamos falando de um mesmo tema, ao apresentá-lo em um tipo de discurso ou em outro, não estaremos dizendo o mesmo”. Isso aponta para a necessidade da análise de possíveis sentidos nos recortes selecionados,

considerando que se trata de um livro didático, produzido com direcionamentos previamente estabelecidos.

2.2 Procedimentos metodológicos e descrição do *corpus* do estudo

Ao pensarmos nos procedimentos metodológicos destinados à análise do *corpus* pesquisado, dado que nosso apoio teórico se sustentou na Análise de Discurso pecheutiana, precisamos montar um dispositivo analítico coerente com essa vertente. E nela, segundo Orlandi (2003), podemos dizer que pensar o dispositivo analítico é pensar “[...] no dispositivo teórico já ‘individualizado’ pelo analista em uma análise específica [...] o que define a forma do dispositivo analítico é a questão posta pelo analista, a natureza do material que analisa e a finalidade da análise” (Orlandi, 2003, p. 27). Dada essa característica do dispositivo analítico, concebemos a nossa metodologia de análise pautada na questão de estudo enunciada na *Introdução* deste estudo, nos princípios e noções apontados na seção anterior e na natureza do material que analisamos, o que também inclui nossas compreensões sobre Biotecnologia, DNA e a respeito das controvérsias que envolvem às questões sociocientíficas.

O livro em que se encontra o *corpus* deste estudo é o volume 3, da coleção didática “Biologia Hoje”, dos autores Sérgio Linhares, Fernando Gewandszajder e Helena Pacca¹ (editora Ática – 3ª edição). A escolha se deu por este livro ser um dos que possuem maior distribuição nacional, entre aqueles que foram aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), chegando a ter o índice estatístico de coleção mais distribuída da componente curricular Biologia para as escolas no PNLD de 2015. Além disso, a editora Ática figura como uma das que mais lucrou com a venda de seus livros nos PNLD’s de 2015 e de 2018².

O livro é dividido em cinco unidades, sendo duas destinadas à Genética. Os títulos dessas unidades referentes aos conteúdos de Genética indicam a abordagem mendeliana como um marco histórico. A primeira, com dois capítulos, aborda o tema “Genética: o trabalho de Mendel”. Na segunda, denominada “A genética depois de Mendel”, encontramos o sétimo capítulo: “As aplicações da genética molecular”. Neste capítulo localizam-se os recortes que

¹ Helena Pacca entrou como uma das autoras desta coleção didática apenas no PNLD 2018, após algumas reformulações da obra. Até o PNLD 2015, constavam no livro apenas os dois primeiros nomes como autores.

² Essas informações podem ser consultadas em: <<http://www.fnnde.gov.br/programas/programas-do-livro/livro-didatico/dados-estatisticos>>.

constituem o nosso *corpus* de análise.

A escolha por analisar este capítulo se deve ao fato de que foi nele que visualizamos possibilidades para responder à questão de pesquisa, pois uma leitura preliminar, realizada na íntegra, indicou que nos demais capítulos havia muito pouco do que poderia ser considerado como pertencente às questões biotecnológicas. Nesse capítulo são tratados temas associados às tecnologias do DNA e que estão relacionados aos “Organismos Geneticamente Modificados” (OGM), ao “sequenciamento genômico” e à “Tecnologia do DNA recombinante”. Todavia, das 100 páginas do livro que são dedicadas ao ensino de Genética, pouco mais de 80 delas abordam os padrões de hereditariedade, sendo que, apenas no capítulo 7, que possui 17 páginas, encontramos questões da Genética que consideramos como temas contemporâneos.

As imagens foram importadas de uma versão em PDF do livro didático, encontrada no site da editora Ática³. Considerando que no capítulo foco das análises o corpo do texto possui 12 imagens e que, a partir de uma leitura prévia, na íntegra, entendemos que em sua maioria as imagens são colocadas no texto como uma forma de ilustrar e/ou explicar aquilo que é dito, neste trabalho, como opção de recorte de análise, olhamos para alguns fragmentos textuais que se relacionam com as imagens selecionadas. Ademais, também selecionamos as 5 imagens que consideramos como as mais representativas por ilustrarem algumas das principais técnicas e produtos biotecnológicos representados no livro. Isso porque, considerando que o capítulo em questão possui 5 seções com diferentes temas relacionados às tecnologias do DNA, optamos por selecionar pelo menos uma imagem de cada seção, de modo a abranger todos os temas de Biotecnologia expostos no livro. Nessa escolha priorizamos as imagens que possuíam a forma de “esquema”, visto que é na relação com essas figuras, de caráter mais esquemático, que ocorre a construção da maior parte das explicações textuais a respeito de uma determinada técnica biotecnológica apresentada no texto. Adicionalmente analisamos a capa do capítulo em questão, visto que consideramos interessante a compreensão de como as questões biotecnológicas são apresentadas aos possíveis leitores deste livro didático (alunos e professores).

³ Disponível em: <<https://edocente.com.br/pnld/edital/pnld-2018/obra/1506117/>>. Acesso em: 08 ago. 2020.

3. Alguns Efeitos de Sentido Possíveis no Capítulo

Nesta seção analisamos como alguns recortes do texto escrito e das imagens, presentes no *corpus* deste estudo, podem contribuir para a produção de sentidos sobre produtos da Biotecnologia e para possíveis controvérsias a eles associados.

O capítulo completo do livro didático aborda os seguintes temas:

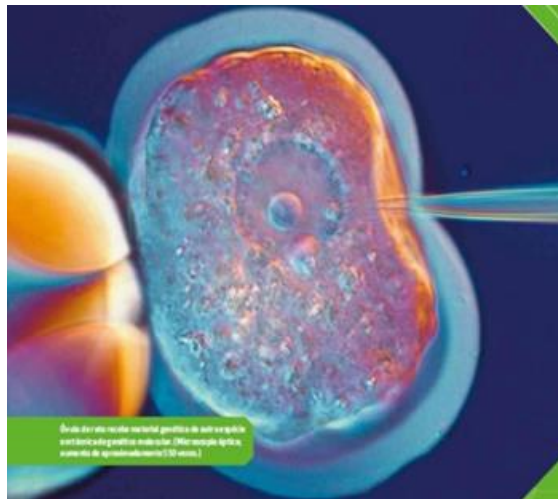
- a) DNA recombinante: o livro apresenta algumas técnicas e definições de Biotecnologia, ao trazer questões como o uso de enzimas de restrição e técnicas de clonagem, utilizadas para realizar modificações genéticas num organismo vivo;
- b) Análise do DNA: a partir da compreensão de algumas finalidades, técnicas e questões sociais relacionadas ao tema, no livro encontramos menções a técnicas como a “eletroforese”, que é utilizada para a separação de fragmentos de DNA. Além disso, são relatadas algumas implicações sociais da técnica, como, por exemplo, a possibilidade de identificação de criminosos e os testes para identificação de paternidade;
- c) Diagnóstico e tratamento de doenças genéticas: o tema é retratado por meio da exemplificação de uma das técnicas biotecnológicas, a terapia gênica, ao ressaltar as suas aplicações/implicações para o tratamento de enfermidades;
- d) Sequenciamento de genomas: o livro apresenta alguns pontos sobre o tema, ao relacionar as técnicas genéticas com às questões sociocientíficas. Essas relações ocorrem, por exemplo, ao serem mencionadas questões como o emprego de técnicas de sequenciamento para a identificação de pessoas e para o tratamento de doenças;
- e) Organismos Geneticamente Modificados (OGM’s): a partir da apresentação de modificações genéticas em animais e plantas, o livro aponta implicações para a produção de biotecnologias, principalmente no que se relaciona às questões sociais, ambientais, econômicas e terapêuticas.

Ao longo do capítulo também notamos dois destaques enquadrados, um com o título “História da Ciência” e o outro denominado “Biologia e Sociedade”. O primeiro quadro trata de uma abordagem descritiva, de ocorrências e datas, que atribuem determinados acontecimentos a cientistas que são nomeados no quadro. Na leitura do último parágrafo do quadro evidencia-se uma produção de efeitos de sentidos, que visa relacionar a produção biotecnológica à comercialização, o que podemos compreender como um apontamento para o

caráter sociocientífico dessas produções. Já no quadro “Biotecnologia e Sociedade” é apontado que os fatores genéticos não são as únicas questões que determinam a expressão de características humanas, apesar de influenciarem muitas delas. Como exemplo, no quadro é citada a grande influência de fatores ambientais e culturais nas expressões comportamentais das pessoas. Ou seja, nesse quadro são elaboradas algumas relações entre as questões genéticas e sociais, indo de encontro a uma visão de determinismo genético.

A primeira página do capítulo do qual tiramos os recortes que seriam analisados, enquanto discursos incluídos nos textos escritos e imagéticos, procura anunciar de maneira sintética do que trata esse capítulo, tal como é representado na figura a seguir, extraída da referida página:

Figura 1. Imagem presente na capa do capítulo, representando uma técnica genética.



Fonte: Linhares, Gewandsznajder & Pacca (2016, p. 93).

Na imagem apresenta acima é possível visualizar um objeto similar a uma seringa perfurando uma estrutura celular. Trata-se de uma forma de representação de uma técnica biotecnológica. Alguns elementos acima se destacam nesse modo de representação de uma técnica biotecnológica. Além do título “As aplicações da genética molecular”, é possível notar que grande parte dessa página mostra uma representação colorida, sobre a qual o discurso verbal diz tratar-se de um óvulo de rato recebendo material genético. O aumento a que o texto se refere é de 550 vezes. Outro texto dessa página remete para o que estuda a genética molecular, apontando para o desenvolvimento da Biotecnologia, a partir de manipulações do DNA. Como exemplos são citadas as plantas, as bactérias e os animais transgênicos.

Em seguida, na referência da figura, para se referir aos usos da Biotecnologia são colocados alguns exemplos do que ela produz. Isso ocorre por meio de discursos que dizem

que a Biotecnologia é utilizada “[...] para produzir substâncias importantes para o ser humano [...] para melhorar as características de animais e plantas [...]” (Linhares *et al.*, 2016, p. 93). E para concluir o discurso verbal, os autores apontam que entender as técnicas e as consequências da Biotecnologia “[...] é fundamental para participar de questões importantes na sociedade atual” (Linhares *et al.*, 2016, p. 93). Compreendemos que alguns recortes do texto apontam para questões socialmente relevantes, como a identificação de criminosos a partir de amostras de sangue ou técnicas de engenharia genética utilizadas para tratamento de doenças. Porém, esses enunciados parecem indicar que o que será apresentado no capítulo estará focado em aspectos positivos da Biotecnologia, não sendo anunciadas as questões controversas.

Numa disciplina em que as controvérsias são frequentes, essa questão vai aparecer de maneira mais direta quando os autores se referem às plantas transgênicas. Ali eles apontam em diferentes situações a posição dos defensores e dos críticos de alguns procedimentos, e terminam a seção dizendo que “[...] apesar de alguns benefícios, ainda há preocupação acerca de questões sociais, econômicas, ambientais e de saúde envolvidas no cultivo de transgênicos” (Linhares *et al.*, 2016, p. 104). Entretanto o foco principal dessa seção parece ser o de apontar o detalhamento de alguns procedimentos sobre como se pode chegar a determinados transgênicos e o fato do livro apresentar, e logo em seguida terminar a seção, com o que poderia ser um contra-argumento ao posicionamento dos defensores dos transgênicos, nos leva a acreditar que há uma busca por defender as produções transgênicas. É o caso de produtos voltados à saúde, no que se refere às moléculas transgênicas que poderiam ser absorvidas e caírem na corrente sanguínea: “[...] Tudo indica, porém, que essas moléculas são destruídas [...]. Além disso, nos alimentos não transgênicos também há proteínas e genes [...] E também não há evidências de que isso cause problemas no organismo” (Linhares *et al.*, 2016, p. 104).

No que se refere à linguagem verbal, a inclusão da Biotecnologia num livro didático destinado ao Ensino Médio certamente é algo positivo. Mas a grande quantidade de termos inclusos na formação discursiva Biotecnologia é um indicativo de um imaginário em que se acredita que o discurso ali presente pode ser efetivamente o discurso científico, ou seja, é como se esses recortes fossem o próprio discurso produzido pelos cientistas. Esse tipo de discurso facilita que quem lê se sinta diante de uma autoridade, dificultando a polissemia e, conseqüentemente, o despertar para possíveis discussões de natureza pedagógica. Como provavelmente o livro será utilizado em situações escolares, o mecanismo de antecipação pode contribuir para que, diante desse tipo de discurso, os estudantes considerem a

necessidade de repetição empírica, ou seja, de decorarem para reproduzir aquilo que está no livro. Desse modo, ao estar diante da representação da imagem de Ciência e do cientista, propiciada pelo discurso do livro didático, a partir do mecanismo de antecipação, o aluno poderá formular interpretações unívocas. Isso ocorrerá na medida em que a imagem apresentada sobre Ciência e cientista no livro o leve a dizer de forma semelhante ou, no máximo, a se utilizar de outras palavras, diferentes daquelas que estão no livro, mas ainda assim enunciando o mesmo, numa repetição formal.

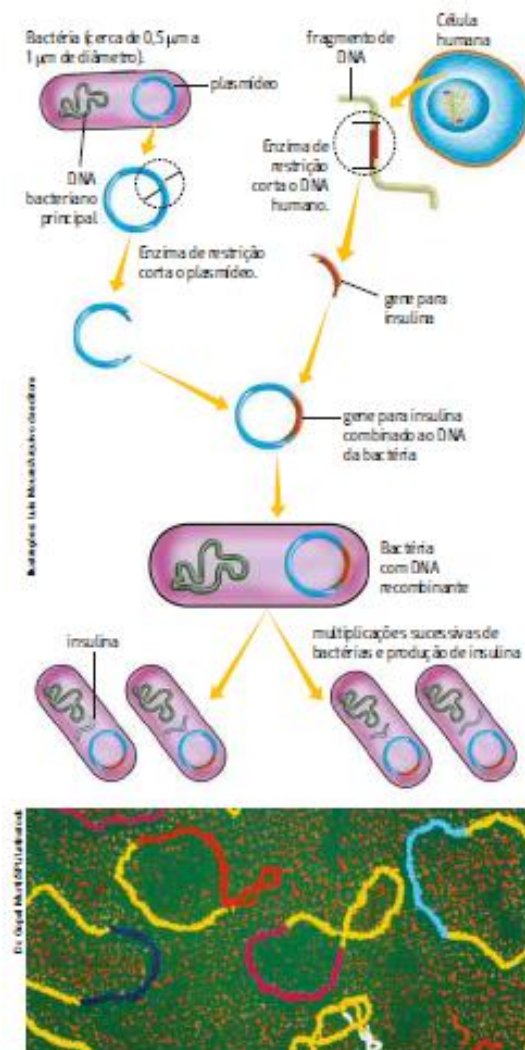
Quanto à integração do discurso verbal com o imagético, observamos que, ao longo de todo o texto, são feitas menções ao leitor para que ele direcione o seu olhar para determinadas imagens. Há uma tentativa de estabelecer uma relação de sentidos entre o conteúdo apresentado no texto com o que é apresentado por meio de imagens, de maneira a constituir um discurso que facilite a interpretação. Observamos que às vezes ocorre a contextualização das imagens no corpo do texto ou por meio de legendas, e em outros momentos isso não é tão evidente. No entanto, observamos que 7 das 12 imagens presentes no capítulo são/possuem esquemas relacionados às figuras/fotos e que representam uma determinada Biotecnologia, o que nos sugere uma forma de contextualização por meio de um discurso imagético.

Mobilizando algumas imagens para a análise, buscamos compreender a relação imagem-texto e os sentidos que podem ser produzidos na interação texto-leitor. Antes de adentrar nas especificidades das imagens que integram as seções do capítulo que é foco desta análise, vale ressaltar que reconhecemos que a explicação das redes de sentidos nunca serão satisfatórias, não sendo possível que um texto, como o do livro didático, estabeleça todas as possíveis filiações de sentidos sobre um tema. Essas filiações dependem das condições de produção de leitura, as quais os autores de um livro didático não possuem acesso no momento de escrita, cabendo-lhes apenas o ato de prever um possível leitor imaginário, ao qual direciona dizeres. Ademais, as filiações de sentido também se relacionam com a memória discursiva e as histórias de leituras. Todavia, considerando que os possíveis leitores do livro analisado são os alunos do Ensino Médio, acreditamos que algumas abordagens podem levar a uma estabilização de sentidos hegemônicos em detrimento de outros discursos que poderiam ser interessantes do ponto de vista das pesquisas em educação em Ciências. Esse é o caso das questões sócio-científicas, que, ao serem abordadas na escola, podem levar à assunção de posicionamentos por parte dos alunos.

A seguir temos a Figura 2. Por meio de imagens como essa, observamos uma relação imagem-texto na qual o autor assume a posição sujeito-professor. Ocorre então uma busca por uma relação didática, a partir do diálogo com o leitor, e isso se dá ao mesmo tempo em que

observamos discursos de autoridade. Em outras palavras, é como se a voz do professor, em sua garantia de posição institucional, fosse incorporada a alguns comandos no texto como “reveja a figura”. Esse comando muitas vezes é acrescido de uma explicação do motivo para que a recomendação seja seguida pelo leitor: “Ela exemplifica como essa técnica é aplicada [...]” (Linhares *et al.*, 2016, p. 95). Esse movimento é comum ao longo do capítulo e assim, além do discurso científico, há também um discurso pedagógico, que busca direcionar a forma como os alunos devem olhar para o conteúdo.

Figura 2. Esquema simplificado de produção de insulina e fotografia de microscópio.



Fonte: Linhares *et al.* (2016, p. 95).

A Figura 2 está entre as primeiras apresentadas no capítulo 7. Nela há duas formas de representação de uma técnica biotecnológica: a) um esquema; e b) uma imagem (foto) microscópica. Nesta figura podemos observar uma representação esquemática de alterações

genéticas, realizadas em nível celular, na qual podemos ver à esquerda uma célula de uma bactéria num processo de recepção de material genético humano (à direita) com o intuito de produzir insulina. Abaixo é possível observar uma fotografia microscópica referente à questão. Ademais, na legenda da figura é apresentado o seguinte enunciado:

Figura 1. Esquema simplificado da produção de insulina humana por bactérias (os elementos da ilustração não estão na mesma escala; cores fantasia). Na foto, plasmídeos (em amarelo) com moléculas de DNA (em várias cores) inseridas por engenharia genética. (Imagem vista ao microscópio eletrônico; aumento de cerca de 150 mil vezes; imagem colorizada por computador) (Linhares *et al.*, 2016, p. 95).

Resumidamente, ambas as imagens apresentadas na figura 2 explicam o processo artificial de produção de insulina, que ocorre em laboratório, e que, desde a descoberta da técnica na década de 1970, permitiu evoluções consideráveis no tratamento de pessoas diabéticas. No entanto, é possível que essas imagens isoladamente não consigam produzir os possíveis efeitos de sentido intencionados. Cabe ressaltar que na primeira parte da figura, há um esquema com conceitos da Biologia, e para compreendê-los, aparentemente, é necessário algum domínio prévio da questão. Ademais, no texto vemos termos como “plasmídeo”, “enzima de restrição” e “gene”, e na legenda da figura não há explicações sobre esses termos. Já no corpo do texto há alguns conceitos sobre o tema, que são expostos da seguinte forma:

As bactérias possuem, além do DNA principal, um pequeno DNA circular, chamado plasmídeo, no qual estão, com frequência, genes que dão a elas resistência a antibióticos. No processo para formar um DNA recombinante, é comum utilizarmos o plasmídeo como um vetor (transportador) de genes. Esse plasmídeo tem apenas uma cópia da sequência de reconhecimento da enzima de restrição. Assim, quando se usa uma enzima de restrição, ele não se fragmenta, apenas abre o anel de DNA onde está a sequência de reconhecimento (Linhares *et al.*, 2016, p. 95).

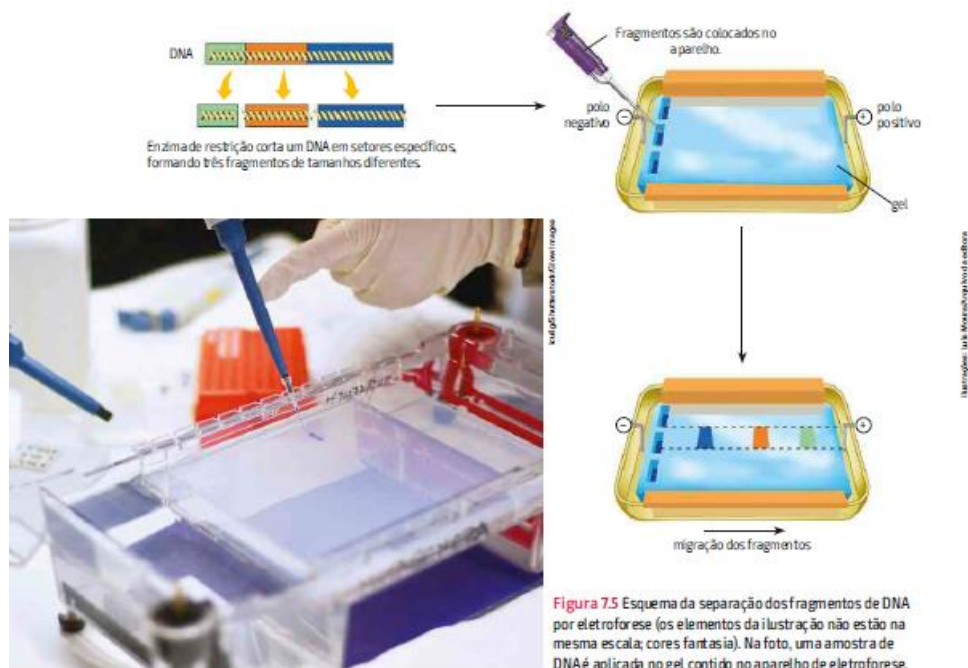
No enunciado vemos a conceitualização de alguns termos importantes para a compreensão da técnica genética que está sendo representada pelo texto e pelas imagens, o que nos parece um aspecto positivo, do ponto de vista didático. Observamos também que no texto há a assunção de diferentes posições discursivas. Se no início a fala é apresentada numa linguagem comum (discurso cotidiano), no decorrer do capítulo, com exceção do uso de algumas analogias, essa linguagem é abandonada. Assim, em seu início vemos perguntas como: “Você sabe o que são organismos transgênicos ou geneticamente modificados? Como são feitos os testes de DNA que ajudam na solução de crimes? Como você acha que é feito um teste de paternidade?” (Linhares *et al.*, 2016, p. 95). Todavia, logo o texto deixa de se

dirigir diretamente ao seu interlocutor e assume uma linguagem da formação discursiva da Biotecnologia. Sobre isso, Giraldi (2005) aponta que, nos livros didáticos, é comum que ocorram diálogos no início de um capítulo, numa linguagem mais informal e em um movimento de aproximação do leitor. No entanto, ao longo do texto essa linguagem é deixada de lado, e o texto filia-se a um discurso científico e a uma linguagem que demarca a autoridade de um professor (discurso pedagógico).

Considerando que a linguagem não é transparente e que a forma como os conteúdos são apresentados implicam na produção de diferentes efeitos de sentidos, acreditamos que, ao serem abordados conceitos numa linguagem que se distancia das histórias de vida e de leitura dos alunos, dificuldades nos processos de ensino e de aprendizagem podem ser ocasionadas. Por exemplo, ao dizer que “Para formar um DNA recombinante, usamos enzimas de restrição [...]”, ou que “No processo para formar um DNA recombinante, é comum utilizarmos o plasmídeo [...]” (Linhares *et al.*, 2016, p. 95), os verbos “usar” e “utilizar” remetem a um coletivo: o de cientistas. Assim, filiado à “posição-cientista”, o texto demarca o lugar do especialista, que é autorizado a falar de/sobre Ciência. Nesse movimento, ora é a voz do especialista que afirma algo, ora é a ciência que fala por si. Essa ciência sem sujeito é marcada ao longo do texto, que, ao afastar-se do leitor, chama a sua atenção para o que ele pode/deve observar, estabilizando alguns sentidos em detrimento de outros.

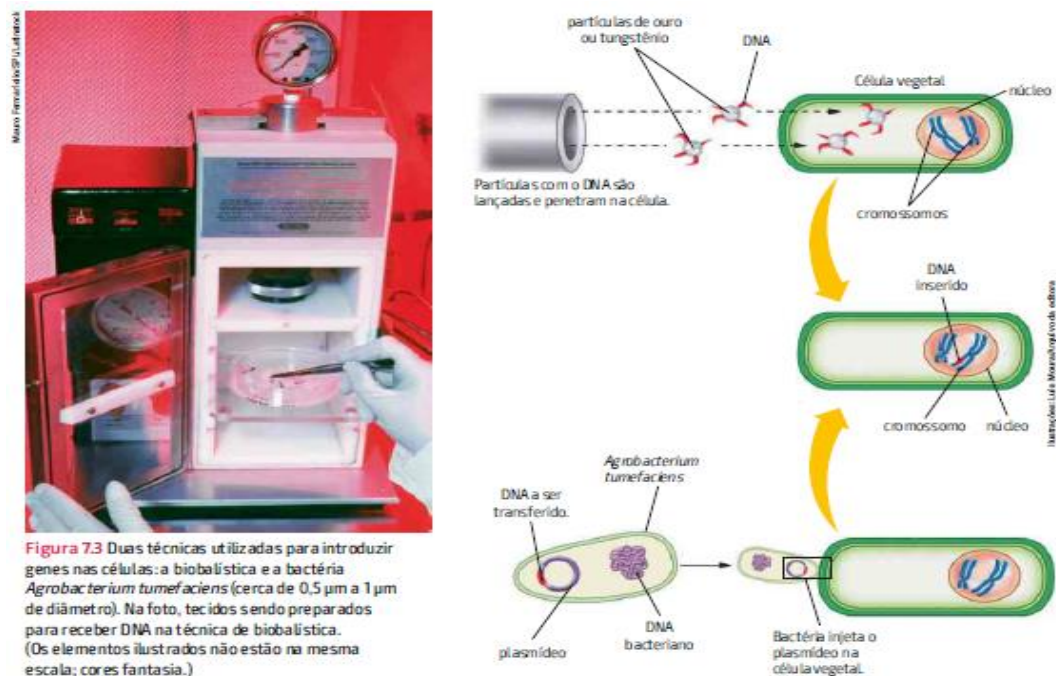
As Figuras 3 e 4 apresentam técnicas biotecnológicas: a eletroforese e a biobalística, respectivamente. Assim como na figura anterior, podemos notar que as representações imagéticas utilizadas para a explicação das técnicas mencionadas são colocadas por meio de esquematizações e fotografias, como apresentado a seguir:

Figura 3. Foto e esquema simplificado da técnica denominada eletroforese.



Fonte: Linhares *et al.* (2016, p. 98).

Figura 4. Foto e esquema simplificado da técnica denominada biobalística.



Fonte: Linhares *et al.* (2016, p. 96).

Como é possível notar nas figuras acima, à esquerda vemos mãos, com luvas, segurando instrumentos laboratoriais e representando a imagem comumente atribuída ao

cientista e ao fazer científico. A direita é possível ver a representação didática desses procedimentos, sendo apresentado na figura 3 como ocorre o processo de eletroforese, que resulta na separação de fragmentos de DNA por seu tamanho ou peso molecular; enquanto na Figura 4 são apresentadas duas variações possíveis para a inserção de DNA numa célula, que pode ocorrer por meio de um bombardeamento de seus fragmentos (biobalística) ou utilizando-se de uma bactéria como vetor intermediário.

Na Figura 3, além da apresentação de esquemas e imagens microscópicas, há outras textualidades que se referem às técnicas genéticas e suas aplicações. Um exemplo disso é o trecho sobre a “eletroforese”. Como dito, a explicação a respeito da técnica é acompanhada por uma fotografia. No entanto, não há muitas explicações sobre o esquema que acompanha a imagem fotográfica e no livro é relatado que trata-se apenas de um “Esquema da separação dos fragmentos de DNA por eletroforese”, e que, portanto, a foto apresenta “[...] uma amostra de DNA é aplicada no gel contido no aparelho de eletroforese” (Linhares *et al.*, 2016, p. 98).

Apesar da linguagem impessoal assumida ao longo do texto do livro didático, as analogias são utilizadas como um recurso que busca explicar a complexidade de algumas técnicas biotecnológicas. Dessa forma, é dito que na eletroforese os fragmentos de DNA “[...] são colocados em uma espécie de gelatina e submetidos a um campo elétrico”, sendo apontado ainda que, na separação desses fragmentos, “O conjunto de bandas pode ser comparado ao código de barras das embalagens de vários produtos e é exclusivo de cada indivíduo” (Linhares *et al.*, 2016, p. 98). Essa última analogia relaciona o DNA, portador da informação genética dos indivíduos, ao “código de barras”, para assim referir-se à ideia de “código da vida”. Cabe ressaltar ainda que as analogias, muitas vezes, são colocadas como uma forma de linguagem científica e se naturalizam no texto, sendo este um movimento comum no livro didático (Giraldi, 2005).

Vemos um movimento semelhante em relação à Figura 4. Na legenda, é apontado que se trata de “Duas técnicas utilizadas para introduzir genes nas células: a biobalística e a bactéria *Agrobacterium tumefaciens*” (Linhares *et al.*, 2016, p. 96), salientando-se que os elementos apresentados estão em escalas e cores diferentes das que possuem na realidade. Ademais, no corpo do texto é dito que:

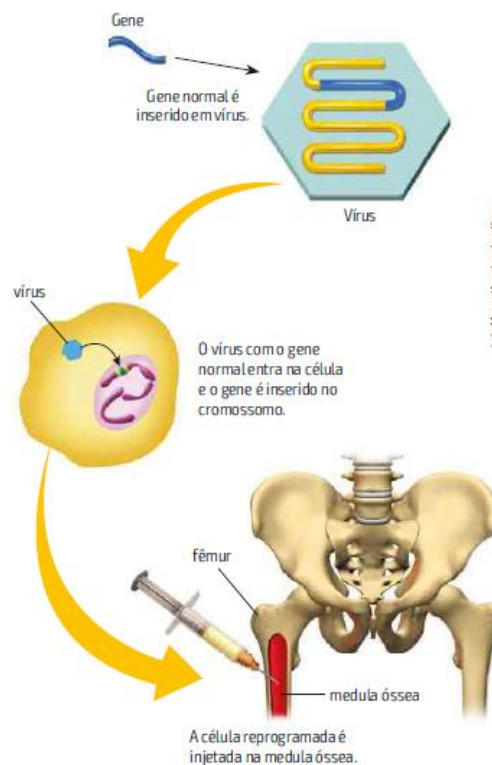
Há várias técnicas para se introduzir um gene em uma célula: ela pode ser infectada com vírus que levam o gene em questão; com micropipetas que perfuram a membrana e injetam o gene na célula; com uma espécie de “canhão” de genes que atira partículas microscópicas de ouro ou tungstênio com moléculas de DNA aderidas à superfície dessas partículas (técnica conhecida como biobalística); com auxílio da

Agrobacterium tumefaciens, bactéria que tem capacidade natural de transferir parte de seu material genético para o genoma de algumas plantas (Figura 7.3) (Linhares *et al.*, 2016, p. 96).

Com base no exposto, indagamos: seriam familiares aos alunos do Ensino Médio objetos laboratoriais como as micropipetas ou como o elemento químico tungstênio? Que efeitos de sentido podem ser produzidos ao representarmos diferentes coisas por meio de imagens, porém, todas com o mesmo tamanho? Ao assumirmos que há mecanismos próprios da linguagem, reconhecemos a sua não transparência e que, ainda que alguns discursos estabilizem sentidos, principalmente ao silenciar as condições de produção do fazer científico, as interpretações podem ser diversas. Além disso, no trecho acima também se marcam analogias, que buscam a aproximação com o leitor por meio de uma linguagem cotidiana: a palavra “canhão” é transposta de outros contextos e naturalizada num viés biológico, com o intuito de explicar a técnica “biobalística”.

A Figura 5 mostra um esquema da parte inferior do corpo humano (tecido ósseo).

Figura 5. Esquema simplificado de terapia gênica.

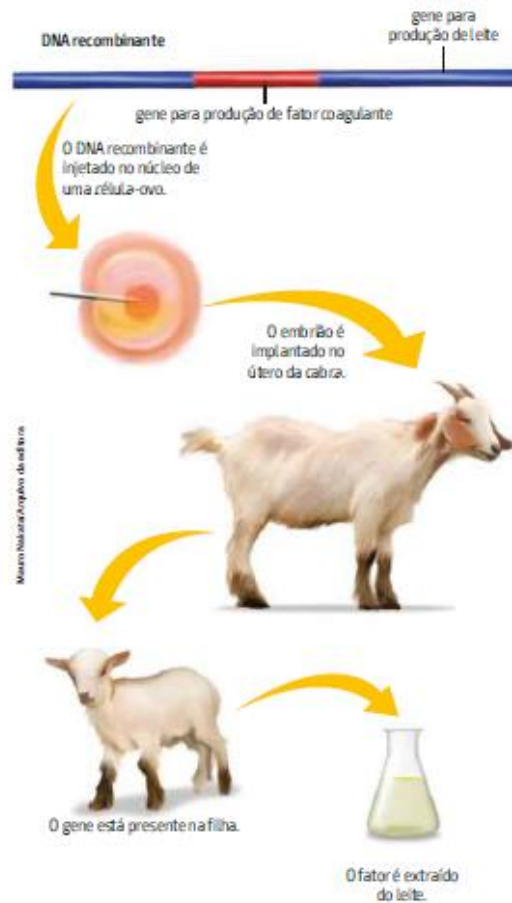


Na parte superior da imagem podemos ver um primeiro desenho que busca representar uma alteração gênica num vírus que será utilizado como um vetor intermediário, seguida de uma imagem que apresenta o processo de inserção do gene de interesse numa célula e, por fim, na parte inferior da figura é apresentado o produto final, com a inserção da célula modificada na medula óssea para fins terapêuticos. Dessa maneira, a imagem refere-se ao uso de uma Biotecnologia para o tratamento de doenças. Ademais, no texto, a terapia gênica é apresentada como “[...] um procedimento muito complexo, que consiste em corrigir a deficiência de uma proteína que não é produzida, ou que não funciona, porque seu gene sofreu uma mutação”. Porém, na legenda não há nenhuma outra explicação sobre a técnica, sendo mencionado apenas que a figura representa um esquema simplificado em que “[...] os elementos da ilustração não estão na mesma escala” (Linhares *et al.*, 2016, pp. 99-100).

Compreendemos que, por meio de relações de forças, estabelece-se uma forma de silêncio: ao dizer que se trata de um procedimento complexo, há uma escolha em não dizer outras coisas sobre a técnica, e isso possivelmente ocorre a partir da compreensão de que o interlocutor poderia não compreender a questão. Entendemos que, ao escolhermos dizer algo, inevitavelmente deixamos de dizer outra coisa, sendo isso algo que é próprio da linguagem. No entanto, o silêncio significa, e as escolhas do dizer também se vinculam à imagem que se faz do interlocutor, sendo que isso ocorre pelo mecanismo de antecipação. Ademais, ao pensarmos sobre os sentidos que podem ser produzidos, poderia ser interpretado por um aluno que a imagem representa uma aplicação de injeção/vacina ou uma coleta de sangue para exames médicos. É preciso considerar ainda que as histórias de leitura dos alunos, e as representações de Ciência que estão consolidadas no imaginário social, influenciam a produção de sentidos na interação texto-leitor. Assim, caso fosse a primeira vez que um aluno estivesse em contato com essa materialidade, poderiam ser produzidos outros sentidos que não aqueles esperados e que provavelmente estariam relacionados a outros discursos.

A Figura 6, inclusa na seção do livro que é destinada a falar sobre os animais geneticamente modificados, retrata uma cabra transgênica e ressalta que a alteração genética em questão se trata de uma melhoria na capacidade/qualidade da produção de leite do animal.

Figura 6. Esquema simplificado de transgenia animal.



Fonte: Linhares *et al.* (2016, p. 100).

Na parte superior da figura podemos notar a representação de um fragmento de DNA que sofreu recombinação gênica, seguido de sua inserção numa célula gamética e a consequente implantação desta no útero de uma cabra para que se possa gerar um descendente geneticamente modificado com as características desejadas.

Talvez, sozinha, a imagem não leve os seus possíveis interlocutores à produção de sentidos sobre Biotecnologia. No entanto, ao longo do texto são exploradas outras questões sobre o processo. Isso pode ser observado quando é dito na legenda da figura que a representação se refere à “Formação de cabras transgênicas produtoras de leite com fator coagulante”, ou quando é dito no corpo do texto que “Entre os animais transgênicos, há aqueles com genes humanos para produção de determinadas substâncias, como as cabras transgênicas que produzem no leite fatores para a coagulação do sangue” (Linhares *et al.*, 2016, p. 102). Compreendemos, por esses enunciados, que as interpretações relacionadas à Biotecnologia podem ser diversas e dependem de outros conhecimentos do leitor, como no caso dos fatores de coagulação sanguínea. Ademais, a imagem apresentada em forma de

esquema mostra: a) uma célula; b) uma agulha penetrando-a; c) duas cabras em estágios de vida distintos (filhote e adulta); e d) um frasco (béquer). Isso pode abrir margens para interpretações diversas, principalmente ao desvincularmos as imagens do texto. Há, então, uma forte relação imagem-texto no processo de significação.

Posteriormente, na mesma seção do livro, há outros exemplos de animais e técnicas transgênicas, como a menção às vacas que produzem leite com proteínas humanas e aos ratos transgênicos gigantes/fluorescentes. No entanto, no texto, não são estabelecidas relações entre os exemplos e as imagens, e nessa seção, ao contrário do que ocorre em outras, não é utilizado um discurso pedagógico no intuito de direcionar a leitura.

4. Considerações Finais

No desenvolvimento do artigo buscamos compreender como a relação entre texto e imagens num livro didático de Biologia poderia contribuir para a produção de sentidos no âmbito de temas que envolvem a Biotecnologia, mais especificamente relacionado ao campo da Genética e às controvérsias sociocientíficas. Como discutimos, entre os capítulos de Genética do livro didático analisado, apenas um se referia às tecnologias do DNA. Reconhecemos os limites de um estudo centrado na análise de um capítulo, presente num livro didático, que integra uma das coleções didáticas de Biologia aprovadas pelo PNLD 2018. No entanto, considerando as justificativas apresentadas no *corpus* do estudo, acreditamos que essa abordagem surge como uma possibilidade para refletir a respeito das questões biotecnológicas.

Apontamos que o capítulo analisado apresenta três tipologias discursivas: o discurso pedagógico, o discurso científico e o discurso cotidiano. Aos dois primeiros atribuem-se características de neutralidade, objetividade e autoridade. Ademais, esses discursos são predominantes ao longo do texto, exceto em situações em que ocorrem explicações que buscam simplificar conceitos e definições, como no caso do uso de analogias. É através de um jogo com as tipologias discursivas que o texto é construído. Nesse sentido, as imagens muitas vezes dependem do texto para que sejam compreendidas e se consideradas isoladamente podem não se referir às questões biotecnológicas. Observa-se que as explicações sobre a Biotecnologia, a partir do uso de imagens, se tornam mais marcadas quando são também utilizadas em formas de esquema. Porém, esses esquemas também dependem da interação com o texto para que se possa produzir sentidos sobre Biotecnologia.

Ao pensarmos o tipo de recurso pedagógico que é o livro didático, o capítulo analisado

sem dúvida traz para o Ensino Médio reflexões que têm sido debatidas ao longo dos anos pelas pesquisas em Ensino de Ciências. No texto não apenas são abordadas definições e conceitos científicos, mas também explicações sobre as aplicações práticas e sociais dessas tecnologias. Há uma preocupação em direcionar efeitos de sentidos sobre Ciência e Tecnologia por meio de questões que podem ser próximas das representações de um imaginário social dos alunos sobre a Biotecnologia. Por meio de esquemas, fotos, figuras e textos, o livro procura dialogar com questões diversas, a partir de discursos científicos e pedagógicos. Por outro lado, não é possível garantir o êxito do direcionamento de sentidos ao considerarmos as diferentes histórias de leitura e de vida dos leitores e a neutralidade/objetividade presente no texto.

Quanto às implicações deste estudo, acreditamos que contribua para pesquisas que se interessem por: linguagem, tecnologias do DNA e livro didático. Sobre o último, trata-se de um recurso didático-pedagógico que, apesar de muito estudado ao longo dos anos em diferentes perspectivas, ainda é um importante foco para as pesquisas em educação, devido a sua relevância e por considerarmos importante que, na atualidade, sejam realizadas pesquisas que busquem compreender como os livros têm incorporado as questões sociocientíficas nos últimos anos, visto que essas questões estão em várias esferas sociais e interferem, direta ou indiretamente, na vida das pessoas. Uma dessas questões é a Biotecnologia.

Por fim, apontamos que muitas são as possibilidades para se pensar em continuidades e desdobramentos das reflexões aqui expostas. Uma dessas possibilidades é a análise de outras coleções de livro didático aprovadas pelo PNLD, de forma a compreender as suas possíveis regularidades discursivas e discutir a respeito das convergências e/ou divergências apontadas neste estudo. Trabalhos empíricos, no âmbito da sala de aula, e que busquem compreender, entre outras possibilidades, o uso dos livros didáticos no ensino de Biotecnologia, também se colocam como uma opção interessante. Nesse sentido, propostas de ensino que se utilizem do livro didático como uma das materialidades possíveis a serem trabalhadas em diferentes perspectivas escolares nos parecem promissoras para (re)pensarmos os modos pelos quais este importante recurso didático-pedagógico pode ser utilizado.

Agradecimentos e Apoio

Esta pesquisa foi realizada com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/BRASIL) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Código de Financiamento 001.

Referências

Almeida, M. J. P. M. (2010). O texto de divulgação científica como recurso didático na mediação do discurso escolar relativo à ciência. In G. A. Pinto (Org.), *Divulgação Científica e Práticas Educativas*, 11-24. Curitiba, PR: Editora CRV.

Almeida, M. J. P. M. (2012). Discurso Pedagógico e Formação de Professores das Ciências da Natureza: foco no professor de física. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 5 (2), 29-41. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37712>

Almeida, M. J. P. M., & Pagliarini, C. R. (2015). Representações de futuros professores de física sobre o uso da história da ciência em aulas de física no ensino médio. *Física y Cultura: Cuadernos Sobre Historia y Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 77-90.

Almeida, M. J. P. M., & Pagliarini, C. R. (2018). Representação numa vertente da Análise de Discurso e seu funcionamento em situações de ensino e pesquisa. *Revista Discurso e Imagem Visual em Educação*, João Pessoa, 3(1), 4-15. Recuperado de <https://periodicos.ufpb.br/index.php/rdiver/article/view/32129>

Badzinski, C., & Hermel, E. E. S. (2015). A representação da Genética e da Evolução através de imagens utilizadas em livros didáticos de Biologia. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(2), 434-454. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/epec/v17n2/1983-2117-epec-17-02-00434.pdf>

Borém, A. (2005). A história da biotecnologia. *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*, (34), 10-12. Recuperado de <https://docente.ifrn.edu.br/helidamesquita/disciplinas/agricultura-geral/revista-biotecnologia-ciencia-e-desenvolvimento>

Borzani, W., Schmidell, W., Lima, U. A., & Aquarone, E. (2001). *Biotecnologia industrial* (1ª ed.). São Paulo, SP: Edgard Blucher.

Bulla, M. E., & Meghioratti, F. A. (2016). Controvérsias Científicas na construção do conhecimento Biológico: Investigando um curso de Formação Continuada de Professores

referente à Evolução Biológica Humana. *Investigações em Ensino de Ciências*, 21(2), 01-29. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/285>

Costa, N. M. B., & Borém, A. (2003). *Biotecnologia e nutrição* (1ª ed.). São Paulo, SP: NBL Editora.

Coutinho, F. A., Soares, A. G., Braga, S. A. M., Chaves, A. C. L., & Costa, F. J. (2010). Análise do valor didático de imagens presentes em livros de Biologia para o ensino médio. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10(3), 01-18. Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4085/2649>

Evangelista, N., Santos, V. C., & El-Hani, C. N. (2015). O conceito de gene em livros didáticos do ensino superior: análise de texto introdutório de biologia celular e molecular. *Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Águas de Lindóia, SP, Brasil, 10. Recuperado de <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R0611-1.PDF>

Giraldi, P. M. (2005). *Linguagem em textos didáticos de citologia: Investigando o uso de analogias*. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em Educação Científica e Tecnológica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. Recuperado de <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/130843>

Linhares, S. V., Gewandsznagjer, F., & Pacca, H. (2016). *Biologia hoje* (3ª ed.). São Paulo, SP: Editora Ática.

Martins, I., Gouvêa, G., & Piccinini, C. (2005). Aprendendo com imagens. *Ciência e Cultura*, 57(4), 38-40. Recuperado de http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252005000400021&script=sci_arttext&tlng=es

Megid Neto, J., & Fracalanza, H. (2003). O livro didático de Ciências: problemas e soluções. *Ciência & Educação*, 9(2), 147-157. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/01.pdf>

Miranda, L. M., Medeiros, V. L., Oliveira, L. M. M., & Flôr, C. C. (2013). Condições de produção de sentidos a partir da leitura do filme “O Núcleo – Missão ao Centro da Terra”. *Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Águas de Lindóia, SP, Brasil, 9. Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R0859-1.pdf>

Neves, R. F., Carneiro-Leão, A. M. A., & Ferreira, H. S. (2016). A imagem da célula em livros de biologia: uma abordagem a partir da teoria cognitivista da aprendizagem multimídia. *Investigações em Ensino de Ciências*, 21(1), 94-105. Recuperado de <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/152>

Orlandi, E. P. (1983). *A linguagem e seu funcionamento: As formas do discurso*. São Paulo, SP: Editora Brasileira.

Orlandi, E. P. (1994). Discurso, imaginário social e conhecimento. *Em Aberto*, (61), 53-59. Recuperado de <http://rbep.inep.gov.br/ojs3/index.php/emaberto/article/view/2250>

Orlandi, E. P. (1995). Efeitos do verbal sobre o não-verbal. *Rua*, 1(1), 35-47. Recuperado de <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rua/article/view/8638914>

Orlandi, E. P. (2003). *Análise de Discurso: princípios e procedimentos* (5ª ed.). Campinas, SP: Pontes.

Pansera-de-Araújo, M. C., & Scheid, N. M. J. (2007). Os temas polêmicos em biologia e suas repercussões sobre o ensino científico escolar. *Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis, SC, Brasil, 6. Recuperado de <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p266.pdf>

Pêcheux, M. (1990). *O discurso: estrutura ou acontecimento* (4a ed.). Campinas, SP: Pontes.

Pedrancini, V. D., Corazza-Nunes, M. J., Galuch, M. T. B., Moreira, A. L. O. R., & Nunes, W. M. C. (2008). Saber científico e conhecimento espontâneo: opiniões de alunos do ensino médio sobre transgênicos. *Ciência & Educação*, 14(1), 135-146. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v14n1/09.pdf>

Possenti, S. (1997). Notas sobre linguagem científica e linguagem comum. *Cadernos Cedes*, (41), 09-24.

Ramos, M. B., & Silva, H. C. (2007). Para pensar controvérsias científicas em aulas de ciências. *Ciência & Ensino*, 1(número especial), 01-16. Recuperado de <http://143.0.234.106:3537/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/132/106>

Ramos, M. B., & Silva, H. C. (2014). Educação em ciências e em audiovisual: perspectivas para a formação de leitores de ciências. *Cadernos Cedes*, 34(92), 51-67.

Schneider, E. M., Della Justina, L. A., Andrade, M. A. B. S., Oliveira, T. B., Caldeira, A. M. A., & Meglhioratti, F. A. (2011). Conceitos de gene: construção histórico-epistemológica e percepções de professores do ensino superior. *Investigações em Ensino de Ciências*, 16(2), 201-222. Recuperado de <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/134636/ISSN1518-8795-2011-16-02-201-222.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Silva, A. C., & Almeida, M. J. P. M. (2017). Estratégias para a Coleta de Informações numa Pesquisa com Apoio Teórico-metodológico na Análise de Discurso. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 17(3), 883-902. Recuperado de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4618>

Silva, H. C., Zimmermann, E., Carneiro, M. H. S., Gastal, M. L., & Cassiano, W. S. (2006). Cautela ao usar imagens em aulas de ciências. *Ciência & Educação*, 12(2), 219-233. Recuperado de <https://www.scielo.br/pdf/ciedu/v12n2/07.pdf>

Silva, L. N., & Meglhioratti, F. A. (2020). Análise de livros didáticos de biologia em periódicos de ensino: o que trazem as pesquisas? *VIDYA*, 40(1), 259-278. Recuperado de <https://periodicos.ufn.edu.br/index.php/VIDYA/article/view/2803>

Watson, J. D., Baker, T. A., Bell, S. P., Gann, A., Levine, M., Losick, R., & Harrison, S. C. (2015). *Biologia molecular do gene* (7a ed.). Porto Alegre, RS: Artmed.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Alberto Lopo Montalvão Neto – 70%

Maria José Pereira Monteiro de Almeida – 30%