

ANÁLISE DOS CONTEÚDOS DE BIOLOGIA MOLECULAR EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO

*Gabriela Lanza de Castro Pereira
Ana Flávia Silva Mesquita
Marcelo Diniz Monteiro de Barros*

Resumo

No Brasil, o livro didático é amplamente utilizado em diversas escolas. Em algumas realidades, é o único instrumento para alunos e professores no desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem, refletindo sua grande importância. Em consequência do maior nível de dificuldade no ensino de matérias que abordam técnicas moleculares, faz-se necessário compreender como se apresentam os conteúdos de molecular em livros didáticos, visando a um maior entendimento de temas pouco abordados em aula e, conseqüentemente, buscando o aprimoramento do ensino. O objetivo deste estudo foi analisar os conteúdos de biologia molecular em duas coleções de livros didáticos de biologia do ensino médio, totalizando seis livros, quanto à presença, adequação às realidades socioculturais e atualizações necessárias à capacitação de alunos para uma formação mais abrangente. As duas coleções tiveram, em sua totalidade, diferentes exposições quanto aos conteúdos referentes à biologia molecular de maneira que uma das coleções abrangeu mais o tema deste estudo.

Palavras-chave: ensino de biologia molecular; livro didático; pesquisa no ensino médio.

ANALYSIS OF MOLECULAR BIOLOGY CONTENT IN HIGH SCHOOL BIOLOGY TEXTBOOKS ABSTRACT

In Brazil, textbooks are widely used in several schools. In some realities, it is the only instrument for students and teachers in the development of the teaching-learning process, reflecting its great importance. As a result of the higher level of difficulty in teaching subjects that address molecular techniques, it is necessary to understand how the contents of molecular biology are presented in textbooks, aiming at a greater understanding of topics rarely discussed in class and, consequently, seeking to improve teaching. The objective of this study was to analyze the molecular biology content in two collections of high school biology textbooks, totaling six books, regarding the presence, adequacy to sociocultural realities and necessary updates to train students for a more comprehensive education. The two collections had in their entirety different expositions regarding the contents related to molecular biology, so that one of the collections covered more the theme of this study.

Keywords: teaching of molecular biology; textbook; high school research.

ANÁLISIS DE CONTENIDOS DE BIOLOGÍA MOLECULAR EN LOS LIBROS DE TEXTO DE BIOLOGÍA DE LA ESCUELA SECUNDARIA

Resumen

En Brasil, los libros de texto son ampliamente utilizados en varias escuelas. En algunas realidades, es el único instrumento para estudiantes y docentes en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que refleja su gran importancia. Como consecuencia del mayor nivel de dificultad en la enseñanza de materias que abordan técnicas moleculares, es necesario comprender cómo se presentan los contenidos de biología molecular en los libros de texto, buscando una mayor comprensión de temas poco discutidos en clase y, en consecuencia, buscando mejorar la enseñanza. El objetivo de este estudio fue analizar el contenido de biología molecular en dos colecciones de libros de texto de biología de enseñanza media, que suman seis

libros, en cuanto a la presencia, adecuación a las realidades socioculturales y actualizaciones necesarias para formar a los estudiantes para una formación más integral. Las dos colecciones tuvieron en su totalidad distintas exposiciones en cuanto a los contenidos relacionados con la biología molecular, por lo que una de las colecciones abarcó más la temática de este estudio.

Palabras clave: enseñanza de la biología molecular; libro de texto; investigación en secundaria.

INTRODUÇÃO

Em consequência da trajetória de transformações do Estado brasileiro, sabe-se que o ensino passou, e ainda passa, por diversos problemas associados à mediação do conhecimento. Em algumas realidades, o livro didático (LD) direcionado ao ensino de biologia é a única fonte de apoio pedagógico de alunos e professores, tornando seu uso de fundamental importância. Assim, é importante ressaltar que o LD é instituído, historicamente, como instrumentação didática responsável pelo processo de ensino-aprendizagem (MATOS *et al.*, 2009). Além disso, os livros de biologia são responsáveis por conceber espaços não somente para a introdução ao diálogo científico, mas também por permitir o desenvolvimento do pensamento lógico, autônomo e coletivo.

Em décadas passadas, o ensino de ciências e biologia não possuía uma separação em áreas específicas, o que interferia na propagação do conhecimento científico. Por volta do ano de 1960, ainda que variados movimentos relacionados à ciência tenham surgido, a constatação da importância do ensino de conteúdos científicos e a implementação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) só ocorreram em 1961, o que foi responsável por abrir frente para a introdução das ciências e biologia como conteúdo fundamental ao ensino (MELO; CARMO, 2009).

Assim, em 1985, foi implementado no Brasil o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) pelo Ministério da Educação (MEC), um programa direcionado a avaliar, criteriosamente, a distribuição dos conteúdos de diferentes áreas do conhecimento nos livros didáticos assim como coordenar a aquisição e distribuição gratuita aos estudantes de escolas públicas (VASCONCELOS; SOUTO, 2003). Com isso, além de introduzir a análise dos conteúdos inseridos nos livros didáticos, o surgimento da PNLD permitiu a criação de textos em livros por profissionais formados e capacitados em áreas específicas (PIMENTEL; VILARINHO, 2017). Segundo Andrade Araújo-Jorge e Coutinho-Silva *et al.* (2014), o PNLD tornou possível a distribuição de livros didáticos e dicionários a uma grande concentração de alunos de escolas públicas incluídos em diferentes contextos socioculturais.

Em virtude da importância associada ao LD como objeto de apoio pedagógico ao processo de ensino-aprendizagem, a avaliação dos conteúdos faz-se necessária como fonte de comprovação do referencial de qualidade para o ensino (LEAL; OLIVEIRA, 2009). Assim, em 1995, houve a implementação do PNLD como instrumento de investigação pedagógica de livros adquiridos e distribuídos pelo MEC, seguindo diferentes parâmetros que seriam capazes de avaliar a presença dos objetivos educacionais propostos. Seguindo essa linha de pensamento, o LD passou a ser um instrumento pedagógico com erros conceituais corrigidos e reelaborados, com conteúdos constantemente atualizados e adequados às diferentes realidades socioculturais, se mostrando flexível como um componente educacional, mas não menos complexo frente a essas reformulações (SILVA, 2017).

No entanto, é inegável que o PNLD não cumpre totalmente com os objetivos propostos, visto que diferentes livros didáticos aprovados contam, ainda, com falhas contextuais. Dessa forma,

constata-se que a análise de livros didáticos não assume um papel contemporâneo, mas sim um campo de pesquisa antigo, que tem sido moldado para uma avaliação mais precisa à identificação de erros conceituais, equívocos ideológicos propagados por meio deste e inverdades de diferentes concepções científicas, dentre outros (CARNEIRO *et al.*, 2003).

De acordo com El-Hani, Roque e Rocha (2011), os livros didáticos específicos da área de biologia para o ensino médio passaram a ser adquiridos em 2007 para uma distribuição governamental gratuita, determinando um grande avanço no campo acadêmico. Com o decorrer dos anos e a instrumentação das ciências e biologia como disciplinas curriculares obrigatórias ao ensino fundamental e ao ensino médio (MARANDINO; SELLES; FERREIRA., 2009), tornou-se fundamental a análise dos conteúdos didáticos propostos, levando em conta as diferentes realidades educacionais brasileiras.

BIOLOGIA MOLECULAR E O ENSINO DE BIOLOGIA

A biologia molecular (BM) é alvo de muitos estudos com o intuito de solucionar questões nas diferentes áreas do conhecimento. Sabe-se que a BM teve seu início após o desenvolvimento de várias teorias do conhecimento acerca de como surgiu a vida na Terra, como os organismos surgiram e como se dá a semelhança entre indivíduos dentre outros estudos (ALVES; SOUZA, 2013). Em 1951, desenvolveu-se várias pesquisas acerca da estrutura do DNA. Diferentes nomes envolvidos nessas pesquisas como, por exemplo, Rosalind Franklin, Maurice Wilkins, James Watson e Francis Crick (SILVA, PASSOS e VILLAS BOAS, 2013), geraram as ideias referentes a esta que culminou mais adiante os estudos referentes à atual BM.

Esse assunto, no contexto do ensino fundamental das séries finais é introduzido pelos primeiros contatos com o conceito de célula e a função desta nos organismos vivos. Já no ensino médio, de acordo com as competências específicas e habilidades referentes à Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017), o ensino das *ciências da natureza* aborda os processos tecnológicos das sociedades contemporâneas paralelas às antigas tecnologias, explanando seus usos na resolução de problemáticas atuais. De acordo com a BNCC (BRASIL, 2017), o foco da área de *ciências da natureza* está voltado à alfabetização científica e para o entendimento de tecnologias de manipulação gênica, o que exige um nível instrutivo para o estudo da área de biologia molecular mais elaborado e preciso.

Não obstante, ao longo do processo de transformação das sociedades, recentemente, muito se tem discutido acerca dos diversos problemas encontrados em ambientes escolares. Algumas dessas dificuldades estão relacionadas à falta de interesse em relação aos alunos em diferentes disciplinas, sendo uma delas a biologia. Dessa forma, é possível entender que a ausência desse interesse pode impedir um aprendizado mais efetivo e concreto (BOZZATO, 2014).

Assim, em decorrência da necessidade do reconhecimento dos conteúdos dos LD de biologia do ensino médio, o presente estudo pretendeu contribuir, em específico, analisando como se apresentam os conteúdos da biologia molecular nos livros didáticos, visando a constatar se assuntos de grande relevância estão inseridos no processo de ensino-aprendizagem. Foi realizada uma investigação com o intuito de verificar se há ocorrência da alfabetização científica na área em questão bem como se ocorrem a abordagem das tecnologias referentes à BM e à biotecnologia e a presença de erros conceituais e/ou equívocos referentes ao tema.

ANÁLISE DE LIVROS DIDÁTICOS E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

Os LD são instrumentos base da educação brasileira e, muitas das vezes, o único recurso educacional disponível nas escolas do País. Rodrigues *et al.* (2012) afirmam que os livros didáticos se destacam na história da educação brasileira, já que, para alguns professores, os LD são verdadeiros suportes do planejamento e da execução das aulas na maioria das escolas do Brasil.

A pesquisa educacional possui uma carência de trabalhos que analisam os conceitos no segmento do ensino médio (BATISTA; CUNHA; CÂNDIDO, 2010, p. 145). Portanto, a análise desses estudos torna-se uma via para avaliar como os conteúdos educacionais são apresentados aos educandos nos diversos conteúdos das diferentes áreas que contemplam as *ciências da natureza*, incluindo a Biotecnologia.

Há, na literatura científica, diversos temas analisados nos LD, entre eles: virologia (BATISTA; CUNHA; CÂNDIDO, 2010), fermentação (FERREIRA; BARROS, 2017), DNA e biotecnologia (PEIXE *et al.*, 2017), biotecnologia e produção de alimentos (KAPP, GOMES & FAGÁ, 2017). Os trabalhos que envolvem a pesquisa de LD com diferentes temas citados anteriormente encontram conceitos equivocados, pouca ou nenhuma contextualização das temáticas com a tecnologia, o ambiente ou a sociedade.

Assim, avaliar, revisar o material didático da área de biologia e rever a veracidade científica dos conceitos básicos ou aplicados e outras informações são essenciais para que os professores de educação básica possuam livros didáticos coerentes e convergentes aos conhecimentos que são produzidos pela comunidade científica. Dessa forma, o licenciado em biologia pode construir com seus educandos os signos, códigos bases para uma alfabetização científica e tecnológica com qualidade.

Se faz necessário considerar a ciência como uma linguagem. Assim, ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza, sendo considerado um analfabeto científico aquele que é incapaz de uma leitura do universo. Portanto, não há alfabetização científica sem se conhecerem os conceitos, procedimentos e métodos da ciência de maneira correta.

Ademais, a BNCC (BRASIL, 2017) propõe a alfabetização científica e tecnológica do segmento do Ensino médio, dispondo o discente para desenvolver a capacidade de investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, e utilizando procedimentos e linguagens próprias das *ciências da natureza*.

Dessa forma, analisar o conteúdo da BM nos LD torna-se uma via documental para a melhoria da exposição desse conteúdo para o ensino médio, objetivando que os conteúdos sejam coerentes cientificamente, preparem o discente para solucionar problemáticas em diferentes contextos e, também, desenvolvam o pensamento crítico frente às questões científicas que envolvam a sociedade e o ambiente, ou seja, um processo educacional com enfoque em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

METODOLOGIA

Seleção dos Livros

A seleção dos livros de biologia compreende os três anos do ensino médio (1º, 2º e 3º anos) distribuídos em duas coleções, totalizando, pois, seis LD. Os LD escolhidos foram analisados como forma de conhecer efetivamente os conteúdos da biologia molecular possivelmente trabalhados no EM. A pesquisa em questão foi realizada em duas coleções de LD de biologia do EM aprovadas pelo PNLD 2018 (BRASIL, 2018). A aprovação das coleções ocorreu por avaliações feitas por uma equipe de profissionais relacionados ao ramo da biologia, que foram responsáveis por julgar critérios eliminatórios gerais e critérios eliminatórios específicos à área de *ciências naturais* (BRASIL, 2018). Ademais, outro critério mais restrito para a seleção dos livros em questão corresponde à necessidade de interação com o livro físico, simulando a relação aluno-livro, o que tem grande relevância quanto à facilidade de aquisição deles. As informações dos livros foram previamente estudadas e selecionados à luz das obras *Apostila de biologia molecular: aulas práticas* (CECÍLIO, 2015), *biologia molecular básica* (ZAHA; FERREIRA; PASSAGLIA, 2014), *biologia molecular da célula* (ALBERTS *et al.*, 2017) e *biologia celular e molecular* (LODISH *et al.*, 2014), que possuem tópicos específicos, os quais auxiliaram na elaboração dos recortes temáticos, que serão abordados posteriormente.

As coleções foram selecionadas para a análise dos conteúdos didáticos, que são considerados importantes na formação dos indivíduos no ensino médio. Para tanto, os dados dessas coleções contêm informações como: nome do livro, autor, editora e ano da edição (BATISTA; CUNHA; CÂNDIDO, 2010). Essas informações serão encontradas em uma análise posterior (quadro 1).

Quadro 1: dados das coleções analisadas

Coleções	Autor(es)	Editora	Edição	Ano da edição	Total de páginas
#Contato biologia v. 01	Marcela Ogo e Leandro Godoy	Quinteto	1ª edição	2016	288
#Contato biologia v. 02	Marcela Ogo e Leandro Godoy	Quinteto	1ª edição	2016	288
#Contato biologia v. 03	Marcela Ogo e Leandro Godoy	Quinteto	1ª edição	2016	288
biologia ensino médio v. 01	César, Sezar e Caldini	Saraiva	12ª edição	2017	288

biologia médio	ensino	César, Sezar e Caldini	Saraiva	12ª edição	2017	288
v. 02						
biologia médio	ensino	César, Sezar e Caldini	Saraiva	12ª edição	2017	288
v. 03						

Fonte: dados da Pesquisa, 2021.

ANÁLISE DOS LIVROS

A análise dos livros teve ênfase no tema biologia molecular e suas técnicas. Seguindo diferentes pensamentos, a análise dos LD possui grande relevância no que se diz respeito aos conteúdos que estão sendo passados aos alunos. Neste sentido, essa análise é diretamente responsável por avaliar e classificar de forma mais efetiva assuntos mais pertinentes à área das *ciências da natureza* que devem ser retratados nos textos destes. Assim, seguindo as especificidades destes, os conteúdos básicos da BM foram analisados tanto em aspectos quantitativos quanto em qualitativos na representação do tema estudado. Com isso, os critérios utilizados foram subdivididos para que uma análise mais efetiva fosse construída. Esses critérios estão dispostos no quadro 2.

Quadro 2: ficha de avaliação dos conteúdos de biologia molecular em livros didáticos de biologia

Presença do conteúdo	Explícito
	Implícito
	Ausente
Conceitos e definições	Boa
	Aceitável
	Ausente
Correção científica	Boa
	Aceitável
	Incorreta
Forma de execução das atividades propostas	Individual
	Grupo
	Mista
Atividades voltadas ao	Presente

conhecimento científico	Ausente
Ilustrações	Presente Correta
	Presente Aceitável
	Presente Incorreta
	Ausente
Abordagem às tecnologias atuais	Boa
	Aceitável
	Ausente

Fonte: dados da pesquisa, 2021.

As informações dispostas nos LD foram avaliadas quanto à presença ou ausência de conceituação ou definição dos conteúdos. Nesse caso, se eram retratados em algum capítulo de forma explícita, implícita ou ausente, de modo que foram considerados explícitos quando as informações pudessem ser encontradas retratando um assunto de maneira clara de acordo com as obras selecionadas como referências comparativas. Implícitas, quando os assuntos não eram retratados, mas que poderiam ser lembrados mediante a leitura; e ausentes, quando as informações não estivessem presentes. Os conceitos - que corresponde à sua significação mais abrangente da ideia, percepção e noção geral apresentados em forma de textos em livros didáticos permitindo, ainda que parcialmente, o desenvolvimento de um conhecimento e definições -, que define, inflexivelmente, algo em sua forma mais excepcional, se estivessem presentes de forma coerente com a atualidade ou se ausentes.

Foram considerados como coerentes quando as informações encontradas poderiam ser comparadas com as obras usadas como referências comparativas, aceitáveis quando em alguma parte dos textos não ocorrerem suficientemente referências corretas e coerentes às obras usadas como referências comparativas e ausentes quando as informações não estivessem presentes. Além disso, se havia a presença de correção científica, que faz referência ao uso de informações não baseadas em prescrições elaboradas na ausência de métodos científicos ou em acontecimentos episódicos sem ter como base hipóteses válidas, tendo em vista se os textos eram mencionados de forma correta, concreta e coerente no que diz respeito à propriedade e atualidade das informações.

Assim, constituindo os critérios como boa, em que as informações, na maior parte do texto, foram encontradas nas obras comparativas, aceitável quando as informações presentes não estavam suficientemente adequadas ou ausentes quando nenhuma informação foi encontrada fazendo referência a determinados assuntos.

Se as atividades propostas eram distribuídas de forma individual em referência à metodologia de ensino tradicional, em grupo ou mista, de forma que só foram consideradas como mistas quanto à presença quantitativa de atividades individuais e atividades em grupos em número igual ou semelhante, levando em conta a socialização dos alunos e se havia espaço para a construção do conhecimento científico de forma teórico-prático.

Se as ilustrações foram encontradas e se contavam com os critérios selecionados, sendo, presentes e corretas quando ilustrações e legendas eram concretas e coerentes com as ilustrações e

legendas das obras selecionadas para comparação, presentes e aceitáveis quando ilustração e legenda não se encontravam suficientemente adequadas comparadas às obras selecionadas como referências, incorretas quando as informações tanto em ilustração quanto em legenda não estavam concretas e atualizadas e ausentes quando nenhuma referência em ilustração e legenda foram encontradas.

Se havia menção à biologia molecular e suas tecnologias relacionadas com o desenvolvimento científico, promoção à saúde, alimentação e melhoramento genético, entre outros quesitos, que levem os alunos a perceberem a importância delas em seu cotidiano, em que foram consideradas como boas quando encontradas e que estivessem corretas e coerentes de acordo com as referências atuais, como aceitáveis quando presentes, mas não suficientemente elaboradas e concretas e ausentes, quando nenhuma referência foi encontrada.

Seguindo os aspectos mencionados anteriormente, os conteúdos pesquisados nos livros foram definidos em conformação com conteúdos expostos à luz das obras acadêmicas para uma formação mais efetiva e que proporcione uma fundamentação teórico-prática mais elaborada aos alunos de ensino médio (MELO; CARMO, 2009). Dessa forma, recortes temáticos como *célula e estruturas celulares*; *DNA e RNA's (estrutura e replicação, transcrição, tradução etc.)*; *proteínas e aminoácidos (estrutura e interações proteicas)*; *história e evolução de técnicas da biologia molecular ao longo dos anos*; *técnicas de biologia molecular (extração de DNA/RNA, PCR, eletroforese, transcrição reversa, clonagem etc.)* e *biotecnologia de alimentos e medicamentos* foram buscados e considerados.

Com os conteúdos separados, a análise foi feita nos livros. Todas as informações contidas neles foram incluídas em formulário desenvolvido na plataforma *Google Forms*, que pode ser utilizada de forma gratuita e *online*. O formulário foi um meio encontrado para facilitar o processo de análise dos dados dos livros, dos quais constam o título referente a cada recorte temático, totalizando seis formulários, e, ainda assim, com todas as informações presentes no quadro 2. Os formulários foram, portanto, direcionados a cada volume das duas coleções para uma organização e melhor consideração dos conteúdos presentes nelas. Com isso, os resultados obtidos após a análise foram organizados em quadros com o intuito de revelar, explicitamente, qual a tendência de abordagem dos temas escolhidos.

ANÁLISE DOS LIVROS DE ACORDO COM OS CRITÉRIOS PROPOSTOS

A partir dos recortes temáticos selecionados como importantes para o ensino da biologia molecular de acordo com o que foi selecionado à luz das obras acadêmicas, foram apresentadas classificações específicas obtidas após o preenchimento dos formulários gerados a partir dos itens presentes no quadro 2. Dessa maneira, para uma compreensão mais efetiva dos dados, torna-se necessário ressaltar que as informações dos três livros das duas coleções em questão foram incluídas em quadros, que serão representados para cada conjunto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Livros da coleção “#Contato Biologia”

Com a análise dos livros da coleção “#Contato Biologia” (OGO; GODOY, 2016), foi gerado um quadro com todas as informações dos três módulos da coleção, que podem ser encontradas *a posteriori*. Ao longo da análise da coleção selecionada, no quesito de análise do primeiro volume, foi possível perceber que grande parte das informações não era trabalhada

concretamente de forma que informações importantes para o entendimento de assuntos específicos não eram encontradas anteriormente à retratação desse volume, tendo como exemplo assuntos referentes ao que são, quais as estruturas e quais os papéis dos aminoácidos e proteínas, explicações lúdicas dos conceitos e definições das estruturas e funcionalidades do DNA e RNA para os organismos, retratação coerente do que é a clonagem, do que são plasmídeos e vetores, dentre outros exemplos, que são fundamentais para o entendimento da BM.

Quanto às atividades, é imprescindível ressaltar que, quando estavam presentes, a maioria possuía a forma individual para resolução das questões. Foram apresentadas em média 10 a 20 atividades por capítulo para o primeiro volume da coleção, destas, aproximadamente, 20 atividades sobre assuntos diversos, relacionados à alfabetização científica, eram individuais e uma atividade em grupo sobre a extração de DNA de casca de cebola.

Já em relação ao segundo volume da coleção, que conta com 15 capítulos e não faz muita referência à alfabetização científica, conta com explicações referentes à biotecnologia, como, por exemplo, recombinação genética, reparação do DNA, sequenciamento de DNA e análises filogenéticas, uso de microrganismos para produção de etanol e produção de vacina e soro, dentre outros assuntos, mas conta somente com duas atividades individuais mais específicas à ênfase trabalhada sobre produção de iogurte e resistência bacteriana com questões em grupo e individuais. Esse aspecto exige uma mudança, tendo em vista a necessidade do desenvolvimento de competências indispensáveis à resolução de problemáticas de forma conjunta bem como a formação de valores úteis para a vida em sociedade, que vão ocorrer mediante a ampliação de espaço para uma socialização efetiva (MARTINS, 2011).

Já em relação ao terceiro volume, que conta com 15 capítulos, há uma média de 39 atividades, dentre as quais oito envolvem assuntos como técnica de clonagem, melhoramento genético, revolução verde, aconselhamento genético e uso da biotecnologia para o controle de vetores. Das oito atividades, apenas uma questão tem como forma de execução a coletividade, o que compreende apenas uma atividade considerada como mista. No que compreende as 31 atividades restantes, todas são voltadas aos conteúdos trabalhados no sexto capítulo, que compreendem assuntos como DNA, RNA, enzimas e técnicas de biologia molecular dentre outras ênfases.

Após a leitura e análise das informações dos LD dessa coleção, conclui-se que existe uma tendência da presença dos conteúdos de BM. No entanto, ainda que presentes, é possível dizer que a abordagem realizada foi pouco desenvolvida, tendo em vista a necessidade de os alunos compreenderem as ciências e suas tecnologias, o que contribuiria para uma melhoria da alfabetização científica e do conteúdo das tecnologias de manipulação gênica. Ainda assim, foi possível notar, em uma escala maior, a ausência da correção científica. Ou seja, as discussões não possuíam um desenvolvimento mais concreto e coerente dos assuntos de acordo com os conhecimentos atuais e as referências de obras selecionadas para este estudo.

Como forma de exemplificar essa conclusão, é essencial ressaltar que, dos três volumes da coleção #Contato Biologia, embora algumas informações soltas acerca da alfabetização científica tenham sido expostas, mas pouco desenvolvidas, somente um capítulo do terceiro volume, nomeado como *código genético e biotecnologia*, que conta com somente 18 páginas de conteúdo, está voltado diretamente à abordagem da BM. Outros trabalhos da literatura, como os dos autores Peixe, Pinheiro e Araújo (2017) e França, Margonari & Schall (2011) encontraram resultados próximos, em que há uma ineficiência do conteúdo encontrado nos LD e sua aplicabilidade científica dissonante da realidade tecnológica, sociedade e ambiente.

Quanto às ilustrações, sabe-se que estas são capazes de informar, educar e influenciar ativamente indivíduos (PINHEIRO, 2011). Com isso, ressalta-se o déficit do uso de ilustrações coerentes com a realidade e com legendas adequadas, o que deve ser considerado em uma ferramenta de ensino-aprendizagem, como o LD, na abordagem de conteúdos científicos de grande relevância. Foi visto nessa coleção grande número de ilustrações, que funcionam somente como esquema, não apresentando imagens reais obtidas a partir de microscópio ou fotografias de experimentos e legendas sem correção científica adequadas para este assunto, o que requer uma revisão mais elaborada.

Em relação à abordagem de tecnologias atuais referentes à BM, percebeu-se que houve tendência a uma menor abordagem desta, tendo em vista que os conhecimentos científicos e os equipamentos novos são construídos gradativamente de acordo com o tempo e a evolução das tecnologias. A grande parte das abordagens foi sobre as aplicações da biotecnologia para a produção de etanol, alimentos e medicamentos, mas sem retratar as técnicas, que podem ser utilizadas para executar esse tipo de produção.

Em um último aspecto compreendido nessa coleção, foi notado que alguns conteúdos, os quais foram trabalhados no ensino fundamental, não são lembrados em um maior espectro, o que pode ocasionar um comprometimento no fluxo de informações entre assuntos que são considerados complementares. Com isso, ressalta-se que há ocorrência de uma distribuição inadequada dos conteúdos no que se refere às diversas áreas de estudo da biologia. Nesse sentido, faz-se necessária uma investigação mais ampla dos aspectos que foram identificados para essa coleção. As informações presentes nos módulos da coleção foram disponibilizadas no quadro 3.

Quadro 3: informações presentes nos tópicos selecionados nos três módulos da coleção “#Contato Biologia”

Coleção “#contato”	Célula e estruturas celulares	DNA e RNA's	Proteínas e Aminoácidos	História e evolução de técnicas	Técnicas de Biologia Molecular	Biotecnologia
Presença do Conteúdo	V1 V2 V3 E E A	V1 V2 V3 E A E	V1 V2 V3 E I I	V1 V2 V3 E E A	V1 V2 V3 I I E	V1 V2 V3 I E E
Conceitos e Definições	V1 V2 V3 B AC A	V1 V2 V3 AC A AC	V1 V2 V3 AC AC AC	V1 V2 V3 B A A	V1 V2 V3 AC A B	V1 V2 V3 A AC AC
Correção Científica	V1 V2 V3 AC A A	V1 V2 V3 AC A A	V1 V2 V3 AC A AC	V1 V2 V3 AC A A	V1 V2 V3 A AC AC	V1 V2 V3 A AC AC
Forma de execução das atividades propostas	V1 V2 V3 IND A A	V1 V2 V3 IND A IND	V1 V2 V3 IND IND IND	V1 V2 V3 A A A	V1 V2 V3 A A IND	V1 V2 V3 IND M IND
Atividades voltadas para o conhecimento científico	V1 V2 V3 P A A	V1 V2 V3 P A A	V1 V2 V3 P A A	V1 V2 V3 P A A	V1 V2 V3 P A P	V1 V2 V3 A P A
Ilustrações	V1 V2 V3 PA PA A	V1 V2 V3 PA A PA	V1 V2 V3 PC A PC	V1 V2 V3 PA A PA	V1 V2 V3 PC A PA	V1 V2 V3 A A A
Abordagem das tecnologias atuais	V1 V2 V3 AC A A	V1 V2 V3 A AC AC	V1 V2 V3 AC A A	V1 V2 V3 B A AC	V1 V2 V3 A A B	V1 V2 V3 A A AC

Legendas: A: Ausente, AC: Aceitável, B: Boa, E: Explícito, G: Grupo, I: Implícito, In: Incorreta, Ind: Individual, M: Mista, P: Presente, PA: Presente Aceitável, PC: Presente Correta, PI: Presente Incorreta e V: Volume. Fonte: dados da pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO DOS LIVROS DA COLEÇÃO “BIOLOGIA”

Diante da análise da coleção *Biologia* (SILVA JÚNIOR; SASSON; CALDINI JÚNIOR, 2017), foi gerado o quadro 4 com todas as informações dos três módulos da coleção.

Após a leitura e análise das informações dos livros didáticos dessa coleção, conclui-se que existe a presença dos conteúdos de BM. Nesse aspecto, ressalta-se que grande parte da coleção *Biologia* é voltada para o ensino científico de maneira que apresenta o conteúdo de forma mais completa e concreta.

Apesar disso, uma das técnicas ligadas às tecnologias utilizadas em etapas de pesquisa foi, por exemplo, a Reação em Cadeia de Polimerase (PCR), técnica utilizada em diversos exames laboratoriais e pesquisas. A eletroforese e o teste do iodo foram apresentados nos livros de maneira incompleta devido à sua complexidade. Silva Júnior, Sasson e Caldini Júnior (2017) firmaram uma metodologia de ensino capaz de transmitir a ideia de modo mais didático quanto aos assuntos que não são inseridos efetivamente no cotidiano dos alunos. Assim, foi possível notar que existe maior proximidade da coleção no que se refere à demanda da BNCC (BRASIL, 2017) para a alfabetização científica e no entendimento de tecnologias de manipulação gênica. Com referência à presença da correção científica nos livros da coleção, diz-se que esta estava presente em todos os recortes temáticos selecionados para efetivar o ensino científico.

Nesse contexto, essa presença foi confirmada após se observar que os autores moldaram os assuntos seguindo os critérios apresentados para a alfabetização científica da BNCC (BRASIL, 2017), desenvolvendo-os de forma mais concreta e sistemática. Com isso, ressalta-se que os assuntos voltados a essa alfabetização estiveram presentes em todos os volumes da coleção, sendo abordados de forma didática e introdutória no primeiro volume e mais abordados no terceiro volume. Nessa coleção, são expostos, nos três volumes, recursos *online* e gratuitos voltados ao ensino científico de modo a oferecer maior proximidade dos alunos em ambiente escolar ao ambiente científico, como, por exemplo, o espaço para conhecimento do programa educacional em biologia molecular de universidades públicas.

Além da presença de correção científica seguindo os atuais estudos da área da ciência, Silva Júnior, Sasson e Caldini Júnior (2017) a mantiveram, também, na exposição das ilustrações de forma que cada ilustração representada possuía legendas acerca do que estava sendo representado assim como legendas sobre as cores fantasiosas utilizadas com essa correção bem adequada. Seguindo essa linha, a construção da sintaxe visual em ilustrações se faz de fundamental importância, pois os alunos passam a construir um senso mais crítico e a organizar significados que elas carregam (TROTTA; SPINILLO, 2016) de estruturas que não podem ser vistas sem o auxílio de equipamentos laboratoriais, como microscópio eletrônico de varredura, entre outros.

Ainda de acordo com os padrões das ilustrações representadas, os conteúdos de citologia e microbiologia (conteúdos considerados base para compreender a BM) apresentavam vínculo entre esquema e fotografia, no conteúdo específico de biotecnologia, devido à complexidade. Também, a dimensão microscópica foi representada apenas por esquemas didáticos acompanhados de textos. Nesse sentido, a transmissão das informações contidas nesse vínculo é de grande importância, já que possui menor tendência ao erro do que somente a representação de esquemas individuais voltados à explanação de assuntos específicos.

No que se refere à presença das atividades, há uma enorme diferença quantitativa entre atividades com resoluções individuais e atividades em grupo. Ao longo de toda a coleção, foram contabilizadas 27 possibilidades de atividades em grupo, incluindo diferentes temas e assuntos.

Entre estas, apenas cinco estão relacionadas direta (extração de cebola, câncer e genética, câncer a influência genética e células tronco) ou indiretamente (enzimas e teste de iodo) com a BM.

Quanto às atividades individuais, estas eram referentes ao conteúdo apresentado no capítulo, assim como questões de provas de vestibulares abertas e fechadas, textos de divulgação científica acompanhados de atividades e uma ou duas questões abertas aproximando os estudantes ao cotidiano do processo seletivo em cursos de educação superior. O volume 1 da coleção apresenta a divisão de 18 capítulos, com a média quantitativa de 15 questões ao fim de cada capítulo. O segundo volume da coleção é seccionado em 30 capítulos e possui média de 12 questões por capítulo. Já o volume 3 é subdividido em 23 capítulos, com média de 13 questões por capítulo. As atividades, quando em grupo, foram representadas ao longo dos volumes de modo que algumas delas, citadas a seguir, possuíam maior proximidade com a BM, apresentando temas como extração do DNA de cebola, câncer e a evolução, câncer e a influência genética, teste de iodo, enzimas e atividades de arte fazendo uso de materiais científicos.

O volume 3 possui um capítulo contendo 15 páginas, que se dedica apenas ao assunto biotecnologia. Nessas páginas, são trabalhados os conteúdos de tecnologia recombinante, principalmente a tecnologia de produção de insulina para pacientes diabéticos; as células-tronco embrionárias e adultas, os genomas; a identificação individual por meio do DNA; a clonagem e os clones; as ferramentas da engenharia genética (vetores, enzimas de restrição e PCR) e seus resultados no desenvolvimento de tecnologia associada ao setor de alimentos transgênicos; e o câncer e a influência genética apresentados a partir de uma atividade em grupo.

Os assuntos citados anteriormente são apresentados de modo breve, acompanhados da sequência de texto explicativo e esquema didático de boa qualidade gráfica e fácil entendimento. Apenas o conteúdo de alimentos transgênicos apresenta fotografias reais por serem macroscópicos e rotineiros; conseqüentemente, mais fáceis de registrar.

Quanto à distribuição dos conteúdos, seguindo os critérios da alfabetização científica, a coleção propõe um fluxo mais didático das informações de maneira que, embora os conteúdos de áreas semelhantes, como, por exemplo, bioquímica e biologia celular e molecular estejam em volumes diferentes, as informações são apresentadas gradativamente, de um nível mais simples para um nível mais complexo. Nota-se que o volume 3 possui os assuntos de BM apresentados de forma mais densa e aplicados às tecnologias, ao cotidiano e às explicações dos conteúdos específicos de genética. Nos outros volumes, o conteúdo aparece de modo introdutório e menos frequente.

Em resumo, entende-se que a coleção é voltada para a formação de indivíduos moldados para a convivência e consciência coletivas acerca do ensino científico e com a elaboração paulatina de uma criticidade mais efetiva. A coleção apresenta diversos espaços para a formação mais humana dos alunos, bastante adequada para o convívio em sociedade e maior incitamento à adesão ao ensino superior em áreas da ciência.

Quadro 4: informações presentes nos tópicos selecionados nos três módulos da coleção Biologia

Coleção "Biologia"	Célula e estruturas celulares	DNA e RNA's	Proteínas e Aminoácidos	História e evolução de técnicas	Técnicas de Biologia Molecular	Biotecnologia
Presença do Conteúdo	V1 V2 V3 E E E	V1 V2 V3 E I E	V1 V2 V3 E I I	V1 V2 V3 E E E	V1 V2 V3 E E E	V1 V2 V3 E E E
Conceitos e Definições	V1 V2 V3 B AC AC	V1 V2 V3 B AC B	V1 V2 V3 AC AC AC	V1 V2 V3 B A B	V1 V2 V3 AC B B	V1 V2 V3 B B B
Correção Científica	V1 V2 V3 B B B	V1 V2 V3 B B B	V1 V2 V3 B B B	V1 V2 V3 B B B	V1 V2 V3 B B B	V1 V2 V3 B B B
Forma de execução das atividades propostas	V1 V2 V3 M IND IND	V1 V2 V3 M M IND	V1 V2 V3 M A M	V1 V2 V3 M A M	V1 V2 V3 M M M	V1 V2 V3 M M M
Atividades voltadas para o conhecimento científico	V1 V2 V3 P P P	V1 V2 V3 P P P	V1 V2 V3 P A P	V1 V2 V3 P A P	V1 V2 V3 P P P	V1 V2 V3 P P P
Ilustrações	V1 V2 V3 PC PC PC	V1 V2 V3 PC PC PC	V1 V2 V3 PC PC PC	V1 V2 V3 PC A PC	V1 V2 V3 PC PC PC	V1 V2 V3 PC PC PC
Abordagem das tecnologias atuais	V1 V2 V3 B B B	V1 V2 V3 B B B	V1 V2 V3 B B A	V1 V2 V3 B A B	V1 V2 V3 B AC AC	V1 V2 V3 B B B

Legendas: A: Ausente, AC: Aceitável, B: Boa, E: Explícito, G: Grupo, I: Implícito, In: Incorreta, Ind: Individual, M: Mista, P: Presente, PA: Presente Aceitável, Presente Correta, PI: Presente Incorreta e V: Volume.

Fonte: dados da pesquisa

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No mundo atual, é de fundamental importância que a biologia molecular apresente-se em livros didáticos, assumindo o papel de instruir devidamente a população. Os conteúdos da Biologia Molecular merecem um maior destaque, tendo em vista que os conhecimentos científicos gradativamente evoluem nos diferentes cenários sociais em virtude das novas realidades.

Seguindo essa linha de raciocínio, foram encontrados todos os recortes temáticos selecionados para este estudo. No entanto, existe uma necessidade de um melhor desenvolvimento desses assuntos, principalmente no que se refere à exposição das técnicas e histórias da biologia molecular, pois são esses recortes que poderão trazer maior proximidade com o fazer científico dos alunos em ambiente de alfabetização.

A revisão das informações apresentadas, a correção científica destas e a forma de abordagem para o preenchimento de lacunas científicas devem ocorrer pelos autores em outras coleções de forma a fomentar uma discussão mais abrangente e adequada das ciências no que diz respeito aos educadores e educandos no processo de ensino-aprendizagem, promovendo uma educação mais consciente e mais diversificada.

REFERÊNCIAS

- ALBERTS, Bruce *et al.* *Biologia molecular da célula*. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- ALVES, Emanuele Amorim; SOUZA, Daniel Santos. Biologia molecular. In: MOLINARO, Etelcia M.; CAPUTO, Luzia; AMENDOEIRA, Maria Regina (Org.). *Conceitos e métodos para a formação de profissionais em laboratórios de saúde*. Rio de Janeiro: EPSJV, 2013. v. 3, cap. 2, p. 134-185.
- ANDRADE, Viviane Abreu de; ARAÚJO-JORGE, Tania Cremonini; COUTINHO-SILVA, Robson. O sistema imune no organismo humano segundo os livros didáticos da educação básica brasileira. *Latin American Journal of Science Education*, Rio de Janeiro, v. 1, p. 22026-1-22026-14, 2014.
- BATISTA, Marcus Vinicius de Aragão; CUNHA, Marlécio Maknamara da Silva; CÂNDIDO, Alexandre Luna. Análise do tema virologia em livros didáticos de biologia do ensino médio. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, v. 12, n. 1, p. 145-158, jan./abr. 2010.
- BOZZATO, Carla Vargas. Pedagogia de projetos: (Re) significando o ensino de ciências e biologia em uma escola pública estadual. In: ANPED Sul, 10., 2014, Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: UDESC, p. 1-18, 2014.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular (BNCC)*. Brasília: MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 3 jul. 2020.
- BRASIL. Ministério da Educação. *PNLD 2018: < Biologia > Guia de Livros didáticos do ensino médio*. Brasília: MEC/SEB/FNDE, 2018. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/programas-do-livro/pnld/guia-do-livro-didatico/item/11148-guia-pnld-2018>. Acesso em: 27 jul. 2021.
- CARNEIRO, Maria Helena da Silva; SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MÓL, Gerson de Souza; CARDOSO, Emerson Gomes. A inovação do livro didático de ciências e a visão dos professores: Análise da visão dos professores de um livro didático de química inovador. In: *IV Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências*, Bauru. Brasília: Ed. da UnB, 2003. p. 1-11.
- CECÍLIO, Alzira Batista. *Apostila de biologia molecular: aulas práticas*. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, 2015.
- EL-HANI, Charbel. Niño; ROQUE, Nádia; ROCHA, Pedro Luís Bernardo da. Livros didáticos de Biologia do Ensino médio: Resultados do PNLEM/2007. *Educação em Revista*, Belo Horizonte, v. 27, n. 1, p. 211-240, 2011.
- FERREIRA, Izabela Nevezul Silva; BARROS, Marcelo Diniz Monteiro de. Análise do conteúdo sobre fermentação em livros didáticos de biologia no ensino médio. *Trilhas Pedagógicas*, v. 7, n. 7, p. 185-194, 2017.
- FRANÇA, Viviane Helena de; MARGONARI, Carina; SCHALL, Virgínia Torres. Análise do conteúdo das leishmanioses em livros didáticos de ciências e biologia indicados pelo programa nacional de livros didáticos (2008/2009). *Ciência & Educação*, Belo Horizonte, v. 17, n. 3, p. 625-644, 2011.
- KAPP, Alessandra Miguel; GOMES, Tassya Hemília Porto; FAGÁ, Isadora Trombeta; LANDIM, Myrna Friederichs. Biotecnologia e produção de alimentos: uma análise a partir da perspectiva CTS nos livros didáticos de biologia. In: *X Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Enseñanza De Las Ciencias*. Barcelona: 2017. p. 4781-4785.
- LEAL, Djaci Pereira; OLIVEIRA, Terezinha. *Livro didático: sua importância e necessidade ao processo ensino-aprendizagem*. Maringá, 2009. 19 p. Disponível em: http://www.gestaoescolar.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/producoes_pde/artigo_djaci_pereira_leal.pdf. Acesso em: 20 nov. 2020.

- LODISH, Harvey et al. *Biologia celular e molecular* [recurso eletrônico]. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.
- MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. *Ensino de biologia: Histórias e práticas em diferentes espaços educativos*. São Paulo: Cortez, 2009.
- MARTINS, Artur Cristovão Madruga. *A importância do trabalho coletivo para o desenvolvimento da criança*. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em pedagogia) - Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Alvorada, 2011.
- MATOS, Anderson da Silva; ALBUQUERQUE, Cintia Silva de; LIMA, Alcione Gomes de; QUEIROZ, Suzana Teixeira de; MATTOS, Sandra Câmara de. In: Jornada de ensino, pesquisa e extensão da Universidade Federal Rural de Pernambuco. O papel do livro didático no ensino de ciências, 9., 2009, Recife. *Anais...* Recife: Ed da UFRPE, 2009.
- MELO, José Romário de; CARMO, Edinaldo Medeiros; Investigações sobre o ensino de genética e biologia molecular no ensino médio brasileiro: reflexões sobre as publicações científicas. *Ciência & Educação*, Vitória da Conquista, v. 15, n. 3, p. 593-611, 2009.
- OGO, Marcela; GODOY, Leandro. *Coleção #Contato Biologia*. São Paulo: Quinteto Editorial, 2016. v. 1-3.
- PEIXE, Paula Dorti; PINHEIRO, Lidiane Gomes; ARAÚJO, Magnólia Fernandes Florêncio; MOREIRA, Sueli Aparecida. Os temas DNA e biotecnologia em livros didáticos de biologia: abordagem em ciência, tecnologia e sociedade no processo educativo. *Acta Scientiae*, Canoas, v. 19, n. 1, p. 177-191, jan./fev. 2017.
- PIMENTEL, Sandra Regina Gonçalves; VILARINHO, Lúcia Regina Goulart A escolha do livro didático: um instrumento de apoio ao corpo docente do ensino fundamental. *Revista de Gestão e Avaliação Educacional*, Santa Maria, v. 6, n. 13, p. 37-52, 2017.
- PINHEIRO, Maria Marly. *A produção audiovisual como ferramenta de aprendizagem*. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Propaganda e Publicidade) - Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2011.
- RODRIGUES, Fernanda Fernandes dos Santos; COELHO, Andreia Peres; SOUSA, Cristina Soares; PEREIRA, Boscolli Barbosa. Educação ambiental nos livros didáticos de biologia do ensino médio. *Cadernos da FUCAMP*, Monte Carmelo, v. 11, n.15, p. 147-154, 2012.
- SILVA, Layla Lúcia Galante. *Análise do conteúdo do livro didático de ciências no ensino Fundamental II: Sistema reprodutor*. 45 pg. (Monografia) Ensino em Biociências e Saúde. Instituto Oswaldo Cruz/FIOCRUZ, Rio de Janeiro, 2017.
- SILVA, Marcos Rodrigues da; PASSOS, Marinez Meneghello; VILLAS BOAS, Anderson. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 19, n. 3, p. 599-616, 2013.
- SILVA JÚNIOR, César da; SASSON, Zesar; CALDINI JÚNIOR, Nelson. *Coleção biologia*. São Paulo: Saraiva, 2016. v. 1-3.
- TROTTA, Tatiana de; SPINILLO, Carla Galvão. Ilustração científica: a informação construída pela sintaxe visual. *Revista Brasileira de Design da Informação*, São Paulo, v. 13, n. 3, p. 261-276, 2016.
- VASCONCELOS, Simão Dias; SOUTO, Emanuel. O livro didático de ciências no ensino fundamental – proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.
- ZAHA, Arnaldo; FERREIRA, Henrique Bunselmeyer; PASSAGLIA, Luciane Maria Pereira. *Biologia molecular básica* [recurso eletrônico]. Porto Alegre: Artmed, 2014.

Submetido em março de 2022

Aprovado em maio de 2023

Informações dos autores

Gabriela Lanza de Castro Pereira
PUC MINAS
E-mail: gabrielamtlanza@hotmail.com
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5480-9142>
Link Lattes: <https://lattes.cnpq.br/6297271407209433>

Ana Flávia Silva Mesquita
Universidade Federal de Ouro Preto
E-mail: anaflaviamesquita@yahoo.com.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6858-125X>
Link Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0712160414397627>

Marcelo Diniz Monteiro de Barros
Fundação Oswaldo Cruz, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Universidade do Estado de Minas Gerais.
E-mail: marcelodiniz@pucminas.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4420-5406>
Link Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3426609037202095>