

A CIRCULAÇÃO DO TEMA BIOCOMBUSTÍVEIS EM LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

THE CIRCULATION OF THE BIOFUELS THEME IN NATURAL SCIENCE BOOKS AND THEIR TECHNOLOGIES

Claudia Almeida Fioresi

Universidade Federal da Fronteira Sul
claudia.fioresi@uffs.edu.br

Giovanna Oleinik

Universidade Estadual do Centro-Oeste
nana_oleinik@hotmail.com

Letiére Cabreira Soares

Universidade Federal da Fronteira Sul
letiere.soares@uffs.edu.br

Resumo

Diante do cenário atual é preciso uma mudança de postura em relação ao meio ambiente, emergindo a necessidade de formar cidadãos críticos que saibam realizar escolhas sustentáveis. A Escola pode propiciar o desenvolvimento do pensamento crítico e, uma das formas de inserir tais questões, seria através dos livros didáticos. Assim, realizamos uma análise da circulação do tema biocombustíveis em sete coleções de livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, para o Ensino Médio. Realizamos essa análise a partir dos pressupostos de Bardin (2011). Verificamos que as abordagens e conteúdos acerca do tema biocombustíveis, nas sete coleções de livros didáticos, variaram em nível de profundidade. Em relação às articulações entre as competências e habilidades da Base Nacional Comum Curricular, identificamos que o foco maior está voltado aos conteúdos específicos sobre biocombustíveis, o que envolve algumas limitações nas aplicações práticas desses conhecimentos, bem como nas contribuições para a formação crítico-cidadã.

Palavras chave: Biocombustíveis; Livros didáticos; Ensino de Ciências.

Abstract

Faced with the current scenario, a change in attitude towards the environment is necessary, emerging the need to train critical citizens who know how to make sustainable choices. The School can promote the development of citizenship and one of the ways to insert such questions would be through textbooks. Thus, we carried out an analysis of the circulation of the topic biofuels in seven collections of textbooks on Natural Sciences and its Technologies, for High

School. We carried out this analysis based on the assumptions of Bardin (2011). We found that the approaches and contents on the topic of biofuels, in the seven collections of textbooks, varied in depth. Regarding the articulations between the competencies and skills of the National Common Curricular Base, we identified that the main focus is on specific content on biofuels, which involves some limitations in the practical applications of this knowledge, as well as in the contributions to critical-citizen education.

Key words: Biofuels; textbooks; Science teaching.

Introdução

Para que a Educação em Ciências contribua significativamente na construção de uma visão ampla do conhecimento e no desenvolvimento crítico-cidadão dos alunos, esta deve ser feita incluindo nas aulas temas socialmente relevantes relacionados ao conhecimento científico, que proporcione aplicações em situações cotidianas e em contextos ligados ao ambiente, à tecnologia, à economia e à sociedade.

O cuidado com o meio ambiente é de extrema importância e menciona-se constantemente nos meios de comunicação de massa e, também nos livros didáticos, utilizados nas salas de aula sobre o desenvolvimento sustentável, e, conseqüentemente, sobre a necessária tomada de consciência em relação às atitudes da sociedade perante o meio ambiente. Quando se trata de sustentabilidade, um aspecto a ser considerado é a constituição da matriz energética mundial e a possibilidade da substituição das fontes de energia não renováveis por fontes renováveis de energia, reduzindo assim os danos causados ao meio ambiente. Ao levarmos em consideração a Base Nacional Comum Curricular em uma de suas habilidades específicas (EM13CNT309) contempla:

Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais. (BNCC, 2018, p. 560)

Nesse contexto, uma abordagem em sala de aula sobre o tema biocombustíveis e a inserção dos mesmos na matriz energética em substituição aos combustíveis fósseis mostra-se importante, pois possibilita que as decisões e ações individuais e coletivas dos alunos sejam feitas visando minimizar os impactos socioambientais, melhorando as condições de vida em âmbito local, regional e global, favorecendo o desenvolvimento sustentável.

Em relação ao tema biocombustíveis, objeto de estudo deste trabalho, tal tema pode ser desenvolvido na escola, além de conteúdos conceituais, questões relacionadas à educação ambiental e também à sustentabilidade, possibilita que os discentes explorem e conheçam os recursos naturais planetários que podem ser utilizados na matriz energética, de maneira a reduzir os danos ao meio ambiente e manter um equilíbrio saudável na relação entre sociedade e meio ambiente.

Uma forma de inserir o tema biocombustíveis no contexto escolar é através da sua abordagem nos livros didáticos. Os livros didáticos são materiais de cunho pedagógico com foco no ensino e na exposição de conteúdos e conceitos disciplinares, os quais além de serem instrumentos de apoio à prática docente, servem como base para que os alunos adquiram conhecimentos e

informações.

Partindo da relevância da abordagem do tema biocombustíveis em sala de aula, para promover o pensamento argumentativo, autônomo e a consciência sustentável dos alunos acerca de questões ambientais, propomos a seguinte questão de pesquisa: Como o tema biocombustíveis circula nos livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio selecionados pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) 2021? Deste modo, nosso objetivo é investigar como o tema biocombustíveis é abordado nos livros didáticos do PNLD 2021 visando identificar as características das abordagens apresentadas.

A trajetória dos Livros Didáticos

O início da trajetória dos Livros Didáticos (LDs) no Brasil remete à década de 30 do século XIX, quando sob influência do liberalismo francês foi criado o Colégio Pedro II no Rio de Janeiro, o qual atendia apenas as classes privilegiadas. Nesse contexto, tendo como referência a educação europeia, os colégios utilizavam manuais didáticos em francês ou traduzidos para o português que eram importados para o Brasil, considerando que no país, a imprensa instaurada por D. João VI, ainda não fornecia condições adequadas para a publicação e produção de materiais didáticos (SILVA, 2012).

A partir de 1930, em consequência da Reforma Francisco Campos (1931), os livros didáticos sofreram algumas mudanças. A principal modificação foi em relação à apresentação dos livros, sendo que a maioria deles passaram a ser livros seriados com conteúdos baseados no programa oficial da Reforma. Entre 1943 e 1960 existiram dois programas oficiais (1943 e 1951) com características muito semelhantes. Nesse período também ocorreu a vigência da Reforma Capanema. Os livros referentes a esses programas foram publicados por séries e permaneceram com exercícios e questionários ao final dos capítulos (MORTIMER, 1988).

O período de 1961 a 1970 corresponde à vigência da LDB (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional) de 1961, no qual houve uma grande heterogeneidade entre os volumes dos livros, devido a não haver uma legislação e diretrizes que orientassem a organização dos programas para cada disciplina (MORTIMER, 1988). Devido à inúmeras críticas aos processos de distribuição do LD, no ano de 1985 foi criado o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), por meio do Decreto nº 91.542, de 19/08/85 (SCHIRMER; SAUERWEIN, 2017). Desde então, a cada três anos é publicado um edital, no qual as editoras submetem coleções para avaliação realizada por comissões do Ministério de Educação.

Atualmente, está em vigência o edital PNLD 2021 do novo Ensino Médio, em que o Programa foi dividido em objetos. O primeiro apresenta obras de Projeto de Vida e os Projetos Integradores, enquanto o Objeto 2 dispõe de obras organizadas por áreas do conhecimento e não mais disciplinares, com base na organização da BNCC: Matemática e suas Tecnologias, Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, Ciências da Natureza e suas Tecnologias, Linguagens e suas Tecnologias, tendo 6 volumes para cada área (Guia Digital PNLD, 2021).

No histórico conturbado da construção da BNCC, houve inúmeros episódios de busca pela legitimidade através de alguns mecanismos, como por exemplo, as consultas formais a segmentos do campo educacional. Entretanto, deve-se considerar que cada escola tem sua particularidade e é subjetivo pensar em competências e um currículo comum para todas as escolas do país. Além disso, é importante frisar que a construção dessa Base deve ser constante, e cabe aos pesquisadores em Educação questionar e debater com criticidade os processos de produção e implementação do documento (FRANCO e MUNFORD, 2018; SILVA, 2018).

A BNCC, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, aborda aspectos ambientais que podem ser trabalhados em sala de aula e que visam incentivar ações individuais e coletivas que minimizem impactos socioambientais tanto em âmbito local, quanto regional e global. Dessa forma, o tema biocombustíveis se constitui em uma temática relevante capaz de proporcionar que os alunos conheçam alguns dos recursos naturais e renováveis que podem ser utilizados como fontes de energia na matriz energética, com a finalidade de reduzir os danos ambientais.

Metodologia

Essa pesquisa se configura como qualitativa, de natureza documental, por se tratar de livros didáticos. Portanto, nossa amostra foi composta por 7 coleções de livros didáticos de Ciências da Natureza do Ensino Médio, as quais foram escolhidas por conta de serem as coleções selecionadas pelo PNLD 2021: Ser Protagonista (LD 1), Moderna Plus (LD 2), Matéria Energia e Vida (LD 3), Diálogo (LD 4), Multiversos (LD 5), Conexões (LD 6) e Ciências da Natureza Lopes & Rosso (LD 7).

Para compreender como o tema biocombustíveis circula nos LDs de Ciências da Natureza e suas tecnologias do PNLD 2021, utilizamos o método da Análise de Conteúdo (AC) seguindo os pressupostos de Bardin (2011). Segundo a autora, a AC se configura como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo de mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam inferência de conhecimento relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2011, p. 44).

A organização da AC proposta por Bardin (2011) dispõe de três etapas: 1) pré-análise, 2) a exploração do material e 3) o tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação. Com base nessa metodologia é possível partir de uma questão investigativa acerca de determinado material, para coleta de dados e posterior análise de seu conteúdo, buscando analisar não somente o que está explícito, mas também o que está implícito na mensagem.

Nesse trabalho, estabelecemos uma categoria a priori: Competências e habilidades da BNCC. E, após a leitura do corpus, na exploração do material, definimos alguns capítulos dos livros como unidades de contexto, e outras duas categorias de análise: Forma de abordagem temática e Recursos didáticos utilizados. Além disso, as subcategorias também emergiram posteriormente à exploração dos LDs. No entanto, a discussão detalhada aqui será realizada apenas da categoria 1 e de suas subcategorias, por conta da limitação de espaço e para garantir uma discussão mais aprofundada. Ao final, apenas tecemos alguns comentários breves das demais categorias.

Resultados e Discussões

No quadro a seguir apresentamos as categorias e subcategorias de análise da pesquisa.

Quadro 1 - Organização de análise das categorias e subcategorias

Categorias	Subcategorias
Categoria 1 – Forma de abordagem temática	Subcategoria 1 - Biodiesel: uma alternativa renovável ao uso dos combustíveis fósseis
	Subcategoria 2 - Produção e utilização do biocombustível etanol no Brasil

	Subcategoria 3 - Biogás uma alternativa aos combustíveis fósseis: condições de produção e vantagens
	Subcategoria 4 - Biocombustíveis: a biomassa como fonte de energia em uma perspectiva geral
Categoria 2 – Recursos didáticos	Subcategoria 1 – Esquemas e imagens
	Subcategoria 2 - Atividades e questões de pesquisa
	Subcategoria 3 - Utilização de textos de divulgação científica
	Subcategoria 4 - Sugestões de sites, filmes e livros
Categoria 3 - Competências e habilidades da BNCC	Subcategoria 1 - Análise das competências e habilidades da BNCC no LD2
	Subcategoria 2 - Análise das competências e habilidades da BNCC no LD7

Fonte: Os autores, 2022.

Análise da categoria 1: forma de abordagem temática

A categoria 1 está voltada para a abordagem temática envolvendo os conteúdos de biocombustíveis que circulam nos LDs de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, sendo que todos os LDs analisados fazem parte dessa categoria. Como descrito anteriormente, esta categoria é composta por 4 (quatro) subcategorias de análise, as quais emergiram posteriormente à exploração do material. A seguir discutimos cada uma delas, apresentando alguns exemplos das unidades de análise encontradas nos LDs.

Subcategoria 1 - Biodiesel: uma alternativa renovável ao uso dos combustíveis fósseis

Nesta subcategoria 1, encontramos aspectos relacionados ao biodiesel em quatro livros didáticos, totalizando 14 (quatorze) unidades de análise: (LD1=2, LD2=2, LD4=6, LD7=4).

Como podemos perceber, nem todos os LDs abordaram o biodiesel, o que consideramos um ponto negativo, já que nos dias de hoje o biodiesel vem sendo muito discutido e difundido nos meios de comunicação de massa, pois é um biocombustível de extrema importância devido às suas vantagens ambientais e econômicas, sendo atualmente adicionado ao óleo diesel na proporção de 10% (BRASIL, 2021). Além disso, Pereira et al. (2021, p. 34116) relatam que o biodiesel é um tema viável para ser trabalhado no Ensino Médio pois “[...] supre uma demanda atual por atividades que englobem diversas vertentes, como as questões sociais, políticas, econômicas, ambientais, culturais, entre outras.”.

Dentre as unidades de análise encontradas nos LDs acerca do biodiesel, algumas delas apresentam o mesmo como uma alternativa aos combustíveis fósseis devido às circunstâncias ambientais.

“O biodiesel tornou-se há poucas décadas uma alternativa ao uso do diesel de petróleo. Ele apresenta propriedades semelhantes ao diesel, mas é biodegradável e não contém enxofre. Essas características tornam esse combustível uma opção de grande relevância para o controle da poluição.” (LD1, p. 152)

“De acordo com estudos, o uso do biodiesel reduz até aproximadamente 78% das emissões de dióxido de carbono em relação ao uso do diesel. Isso ocorre porque,

durante seu desenvolvimento, as plantas oleaginosas cultivadas capturam e consomem o CO₂ emitido pela queima desse combustível, reduzindo o acúmulo desse gás na atmosfera. Assim, o uso da biomassa orgânica não altera o ciclo do carbono, como é observado com o uso de combustíveis fósseis.” (LD4, p. 99)

Como já dito anteriormente, o biodiesel é um combustível derivado de biomassa, renovável e biodegradável, e por ser obtido de fontes renováveis apresenta ciclo do carbono neutro, reduzindo emissões de dióxido de carbono (CO₂), que é o principal responsável pelo efeito estufa, isso porque praticamente todo o CO₂ liberado na atmosfera na queima desse biocombustível é absorvido novamente no processo de fotossíntese pelas fontes vegetais que são utilizadas como sua matéria-prima. Este é um fato de extrema importância sobre o biodiesel que deveria ser abordado nos LDs, pois proporciona que os discentes entendam o porquê de o biodiesel emitir quantidades reduzidas de gases poluentes em relação ao diesel, entretanto, apenas um dos LDs (LD4) relatou sobre esse ciclo do carbono neutro.

Para além disso, existem outros aspectos relacionados ao biodiesel e ao diesel de petróleo que poderiam ser trabalhados nos LDs, mas que não foram encontrados, como por exemplo, as diferenças estruturais entre eles, apresentando que o biodiesel é uma mistura de ésteres de ácidos graxos com monoálcoois de cadeia curta, enquanto o óleo diesel é constituído por hidrocarbonetos com cadeias que podem chegar a vinte e oito átomos de carbono, contendo baixas concentrações de átomos de enxofre, oxigênio e nitrogênio. Além do mais, apenas um dos LDs (LD7) evidenciou a presença obrigatória de uma porcentagem de biodiesel adicionado ao óleo diesel comercial.

Algumas outras unidades de análise encontradas nos LDs abordam aspectos relacionados à produção de biodiesel.

“Se o bioetanol brasileiro é baseado em uma única matéria-prima, a cana-de-açúcar, o biodiesel usa diferentes oleaginosas para a sua produção: o óleo de dendê, no Pará, a mamona, no Nordeste semiárido, e a soja, nas regiões Centro-Oeste e Sul. Existem ainda outras alternativas: o algodão, o babaçu, o girassol, o amendoim, a colza (canola), a palma e o pinhão-manso, além de gorduras animais (sebo bovino, suíno e de aves).” (LD2, p. 141)

“A transesterificação é a reação entre um éster e um álcool que leva à formação de um novo éster e de um novo álcool. No caso da síntese do biodiesel, um óleo vegetal é tratado com um álcool de cadeia curta, normalmente metanol ou etanol. Os produtos formados são ésteres metílicos ou etílicos dos ácidos graxos presentes no material original, além de glicerol (glicerina).” (LD7, p. 106-107)

Acerca da produção do biodiesel, alguns LDs falam de maneira muito superficial sobre as reações de transesterificação nos triglicerídeos dos ácidos graxos para síntese do biodiesel. No entanto, o LD7 explica de forma mais detalhada em relação aos outros esse processo, e as vantagens do mesmo para utilização em motor movido a diesel, o que consideramos pertinente, uma vez que apenas falar sobre reação de transesterificação, sem explicar como a mesma ocorre e seus benefícios, pode deixar dúvidas nos alunos. Isto porque, dependendo do ano do Ensino Médio que o tema está sendo discutido, as reações orgânicas podem ainda não ter sido trabalhadas. Foi relevante também o fato de o LD7 mencionar que o biodiesel pode ser produzido com matérias-primas residuais, pois de acordo com Oliveira et al. (2017):

Muitas fontes de energia alternativa são desperdiçadas, como o óleo de fritura que é descartado poluindo o meio ambiente. Cada litro de óleo despejado no esgoto urbano tem potencial para poluir cerca de um milhão de litros de água, o que equivale praticamente à quantidade que uma pessoa consome ao longo de quatorze anos de vida. (OLIVEIRA et al., 2017, p. 914)

Dessa maneira, ao inteirar-se sobre a possibilidade da produção de biodiesel com óleo residual, os discentes podem compreender um dos pilares da sustentabilidade, a reutilização, gerando menos impactos ambientais promovidos pelo descarte indevido dos óleos residuais de fritura e redução de custos. Em dois dos LDs analisados também encontramos alguns recortes que tratam sobre aspectos históricos relacionados à utilização de biodiesel.

“Outro combustível que pode ser obtido a partir da biomassa é o biodiesel. A história do biodiesel começou com a criação dos motores a diesel no final do século XIX, concebidos pelo alemão Rudolf Diesel (1858-1913) e projetados para funcionar com óleos vegetais ou animais.” (LD2, p. 141)

“Em 1900, na França, durante a Exposição Universal de Paris, evento criado para a divulgação de novas tecnologias, o engenheiro alemão Rudolph Diesel (1858-1913) apresentou um protótipo de motor que funcionava com óleo de amendoim. Ele acreditava que essa tecnologia poderia ajudar no desenvolvimento agrário dos países e que o uso de óleos vegetais (ou uma gordura animal, substâncias da classe dos triacilglicerídios) poderia se tornar tão importante quanto o de petróleo. /.../ Muitos cientistas desenvolveram e testaram diversos métodos, mas nenhum obteve resultados significativos, até que, em meados da década de 1930, a reação de transesterificação foi empregada para produzir o biodiesel.” (LD7, p. 106)

É importante introduzir o contexto histórico no ensino e aprendizagem de ciências, pois os fatos históricos podem contribuir para uma melhor reflexão acerca da construção do conhecimento científico. Isto porque a ciência geralmente é apresentada nas escolas apenas em forma de conteúdo, conceitos e fórmulas para que os alunos decorem, e através da articulação com aspectos históricos da ciência nas aulas, os conteúdos podem ser contextualizados e abordados de forma reflexiva, conferindo significado à aprendizagem de ciências e possibilitando maior interação e participação nas discussões.

Por fim, em relação a análise desta subcategoria, percebemos que dentre os LDs em que o assunto foi encontrado, foram identificadas formas de abordagens diferentes, sendo algumas mais superficiais e outras mais aprofundadas. Entretanto, nenhum dos LDs referiu-se às vantagens econômicas e sociais acerca da utilização do biodiesel. Pereira et al. (2021, p. 34116) mencionam que “[...] a utilização de biodiesel adicionado ao diesel pode ser considerada uma estratégia econômica, visando à redução da importação de diesel; social, buscando a fixação do homem no campo”, isto porque a inserção do mesmo na matriz energética pode gerar emprego e renda para o campo, uma vez que no Brasil, a política utilizada para incentivo da produção de biodiesel obriga que parte da produção do mesmo tenha como matéria-prima oleaginosas oriundas da agricultura familiar.

Subcategoria 2 - Produção e utilização do biocombustível etanol no Brasil

Na subcategoria 2, temos os aspectos relacionados ao etanol que apareceram em quatro LDs, e constituíram 10 (dez) unidades de análise: (LD1=3, LD2=2, LD5=1, LD7=4).

Assim como para o biodiesel, não foram todos os LDs que abordaram o etanol, o que foi ainda mais inesperado devido à elevada produção e utilização deste biocombustível no Brasil, assim como os próprios LDs relatam.

“O bioetanol brasileiro movimenta boa parte da frota nacional de veículos leves e se destaca em relação ao produzido no resto do mundo por sua grande produtividade e relativo baixo custo. A safra brasileira de 2018/2019 de cana-de-açúcar, de 620,4 milhões de toneladas, segundo o Conselho Nacional de Abastecimento (CONAB), gerou 33,14 bilhões de litros de etanol.” (LD2, p. 141)

“Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de etanol. Em primeiro lugar estão os Estados Unidos, onde a principal fonte é o milho, que fornece menor

volume de etanol por unidade de área cultivada.” (LD7, p. 102)

Existem diversos aspectos importantes sobre o etanol que poderiam ser trabalhados em sala de aula, mas que não foram explanados nos LDs, como por exemplo: aspectos históricos da utilização de etanol como combustível e a implantação do Proálcool, visto a importância de inserir a história da ciência no contexto escolar; a produção de etanol de segunda geração, o qual vêm sendo alvo de inúmeras pesquisas e é produzido a partir da fermentação controlada de diversas fontes de biomassa vegetal, inclusive dos resíduos que são descartados no processo produtivo do etanol de primeira geração.

Os LDs também não abordaram as vantagens ambientais do etanol como alternativa aos combustíveis derivados do petróleo em virtude das diferenças de combustão do etanol e da gasolina, pois como a gasolina é uma mistura de substâncias extraídas do petróleo, a sua combustão produz uma série de gases nocivos ao ambiente, como dióxido de carbono, monóxido de carbono, óxidos de enxofre, etc. Enquanto que o etanol, por ser menos complexo, constituído basicamente pelas substâncias etanol e água, libera apenas dióxido de carbono, monóxido de carbono em quantidade reduzida e vapor de água em sua queima.

Dentre os assuntos relacionados ao etanol que foram discutidos nos LDs, estão aspectos relacionados à produção de etanol, como por exemplo, pode-se citar alguns recortes das unidades de análise encontradas.

“Entre os álcoois mais conhecidos está o etanol, usado como combustível. No Brasil, o etanol é obtido principalmente da fermentação dos açúcares presentes na cana-de-açúcar. Ele também pode ser obtido do milho, da beterraba, da batata, entre outras fontes.” (LD1, p. 153)

“Hoje em dia, a produção de álcool etílico, bioetanol ou simplesmente etanol, pode ser feita a partir do milho (como no caso dos Estados Unidos), da beterraba (caso da França) ou da cana-de-açúcar, como acontece no Brasil.” (LD2, p. 141)

“Na indústria, a cana-de-açúcar passa por processos de lavagem, trituração e moagem para a obtenção do caldo de cana, que, em seguida, é filtrado para separá-lo dos resíduos /.../.” (LD7, p. 102)

Novamente, da mesma forma que para a Subcategoria 1, alguns livros apresentam de forma mais geral e simplista a produção de etanol, enquanto o LD7 explica o processo realizado nas indústrias mais minuciosamente, o que é importante para aproximar os conhecimentos químicos dos alunos com situações da realidade que os cerca, assim os mesmos podem compreender a importância dos conteúdos aprendidos e suas aplicações em diferentes cenários do cotidiano.

Além do exposto, um ponto assertivo também foi o fato de que dois dos LDs (LD1 e LD7) evidenciaram a diferença entre etanol anidro e etanol hidratado, outro conhecimento que pode ser relacionado ao cotidiano dos alunos, uma vez que representa as duas formas em que o etanol é utilizado como combustível nos motores.

Subcategoria 3 - Biogás uma alternativa aos combustíveis fósseis: condições de produção e vantagens

Com relação à subcategoria 3, correspondente aos aspectos sobre o biogás, encontramos 5 (cinco) unidades de análise em dois LDs: (LD2=4, LD5=1). De acordo com Souza e Martins (2011) é importante trabalhar o tema biogás pois:

[...] esse biocombustível não apresenta uma ampla divulgação nos meios de comunicação, apesar dos muitos pontos favoráveis ao seu uso, dentre os quais se podem destacar: a facilidade de obtenção de matéria-prima (sobretudo esterco de animais); a reutilização de resíduos orgânicos; a redução das emissões de gases estufa;

a produção de biofertilizante como um subproduto; e a obtenção de energia térmica e elétrica a baixo custo. (SOUZA; MARTINS, 2011, p. 20-21)

Assim como citado no excerto, o biogás não é amplamente divulgado nos diferentes meios de informação, e isso é corroborado pelo fato de que dentre os biocombustíveis analisados nas subcategorias anteriores, biodiesel e etanol, o biogás foi o que apareceu com menos frequência nas pesquisas, estando presente apenas em dois dos LDs.

O biogás é uma fonte de energia renovável e apresenta inúmeras vantagens, entre elas a geração de energia elétrica e térmica, a variedade de matérias-primas que podem ser utilizadas em sua produção, a criação de produtos como fertilizantes, além de ser uma alternativa ao GLP, ao gás de cozinha e aos combustíveis fósseis, e propor a transformação do lixo orgânico em energia, dando nova utilidade a aterros sanitários e diminuindo os problemas enfrentados com lixo urbano. Sobre essas questões foram encontradas apenas duas unidades de análise nos LDs analisados.

Além de apresentar as vantagens do biogás, o LD2 também abordou algumas desvantagens, o que é importante para que os alunos tenham uma visão mais ampla, conhecendo aspectos positivos e negativos sobre a utilização deste biocombustível, podendo assim refletir, analisar e criar sua opinião com criticidade para posteriormente discutir e tomar decisões na sociedade.

“Há alguns inconvenientes que devem ser considerados em relação ao biogás, entre eles: a possibilidade de explosões no biodigestor; a contaminação do solo e de lençóis de água nas regiões de instalação dos biodigestores em virtude do descarte da água residual; vazamento de gases tóxicos, como o gás sulfídrico. Porém, esses inconvenientes podem ser controlados.” (LD2, p. 142)

Quanto ao processo de produção de biogás, ambos os livros trabalharam essa questão, como por exemplo:

“O biogás compreende uma mistura gasosa, produzida pela decomposição de matéria orgânica. Muitos países têm utilizado o biogás para a geração de energia elétrica, devido à sua eficiência energética e aos seus benefícios ambientais associados ao reaproveitamento de resíduos orgânicos, como cascas de frutas e restos de alimentos, e resíduos do tratamento de esgoto, como o lodo de esgoto.” (LD5, p. 31)

As abordagens sobre a produção de biogás nos LDs são coerentes, e abrem oportunidades para que sejam realizadas atividades e experimentos simulando a produção do biocombustível e elencando todas as etapas presentes nesse processo de biodigestão anaeróbia, como por exemplo, no trabalho de Souza e Martins (2011), no qual os mesmos desenvolveram um biodigestor simples em sala de aula com os alunos, para que os mesmos compreendessem essa possibilidade de produção de energia a baixos custos econômicos e ambientais, com essa atividade também foi possível relacionar o tema com conteúdos como fermentação, medidas de pH, poder calorífico de diferentes combustíveis e a influência da temperatura na velocidade das reações químicas.

Apesar de o tema biogás aparecer em apenas dois dos LDs, ambos explicitam de maneira eficiente alguns aspectos sobre sua produção, faltando apenas especificar as diferentes etapas, como por exemplo, hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese, para que assim ficasse mais claro o processo de biodigestão. Um fator importante a respeito do biogás que nenhum dos livros abordou é o aproveitamento do biogás relacionado às questões ambientais, pois embora a liberação de CO₂ possa contribuir no aquecimento global, a liberação do gás metano na atmosfera contribui de forma mais severa para o efeito estufa, e a combustão do biogás promove a queima e consumo do gás metano para conversão em energia, evitando que esse gás seja liberado diretamente na atmosfera a partir da decomposição da matéria orgânica. Cabe

destacar como um aspecto positivo encontrado no LD2, o fato deste correlacionar as vantagens e desvantagens presentes na utilização do mesmo para além de sua definição e produção.

Subcategoria 4 - Biocombustíveis: a biomassa como fonte de energia em uma perspectiva geral

A subcategoria 4 se refere às unidades de análise dos LDs que abordam o tema biocombustíveis de forma geral, e não de um biocombustível em específico. Quanto a esta subcategoria, identificamos 12 (doze) unidades de análise, em cinco livros diferentes, sendo estas: (LD2=1, LD3=1, LD5=4, LD6=3, LD7=3). Nesta subcategoria, encontramos diversos trechos sobre a utilização da biomassa como fonte de energia, sendo citados a seguir alguns deles presentes nos LDs:

“A biomassa consiste no material de origem orgânica, animal ou vegetal, presente em um dado momento em uma determinada área.” (LD2, p. 141)

“Entre as vantagens relacionadas ao uso da biomassa como fonte energética está o reaproveitamento de resíduos de atividades agrícolas, provenientes da colheita de cultivos ou do corte de árvores. Além disso, seu uso emite menos gases poluentes, em comparação aos gases emitidos pelos combustíveis fósseis. Outra vantagem está relacionada a não dependência das condições climáticas.” (LD5, p. 23)

A biomassa é toda matéria orgânica, de origem vegetal ou animal, que pode ser usada para a produção de energia. A partir do processo de fotossíntese, utilizando a energia captada da radiação solar, as plantas absorvem dióxido de carbono e água e os metabolizam produzindo as substâncias constituintes dos vegetais. Com esse processo, é liberado oxigênio para a atmosfera, e parte dele é consumido no processo de respiração formando moléculas de glicose que servem como base de moléculas orgânicas como carboidratos, dentre outras substâncias presentes nas plantas.

Quando a biomassa é aproveitada em atividades humanas e na natureza, essa se transforma em energia. Existem inúmeras matérias-primas que podem ser utilizadas como biomassa para produção de energia e inúmeros biocombustíveis que podem ser obtidos a partir da mesma, como por exemplo, biodiesel, etanol, biogás, carvão vegetal, biogás de síntese e bio-óleo. Como fonte energética a biomassa constitui uma fonte renovável e eficaz, que apresenta como principal vantagem o balanço de carbono, considerando que a queima dos biocombustíveis produzidos a partir desta liberam o CO₂ que já estava na atmosfera e foi absorvido pelas fontes vegetais, enquanto os combustíveis fósseis liberam CO₂ fossilizado há milhares de anos. Em relação aos biocombustíveis derivados da biomassa que podem ser utilizados como alternativa aos combustíveis fósseis, os LDs trazem:

“Biocombustíveis são derivados de biomassa usados como alternativa aos combustíveis fósseis em processos de obtenção de energia, seja em motores a combustão seja em usinas. Segundo dados da Agência Internacional de Energia (em inglês, International Energy Agency – IEA), a produção global de biocombustíveis, em 2018, foi de 154 milhões de litros, o que corresponde a cerca de 1/10 do suprimento de energia mundial.” (LD7, p. 101)

“Quando comparado a outras fontes de energia, o biocombustível emite menor quantidade de poluentes, além de possibilitar o reaproveitamento de seus subprodutos e aumentar a geração de empregos no meio rural.” (LD6, p. 139)

Como citado anteriormente, os biocombustíveis são vantajosos frente aos combustíveis fósseis por emitirem uma quantidade menor de gases poluentes agravantes do efeito estufa, e além disso, como referido no LD6, possibilitam o reaproveitamento de subprodutos e aumentam a geração de empregos no meio rural. Entretanto, a matriz energética mundial ainda é em sua

maioria constituída por combustíveis fósseis derivados do petróleo.

Em contrapartida, a expectativa é de que cada vez mais os biocombustíveis ganhem espaço no cenário energético mundial, visando melhorias ao meio ambiente. A matriz energética brasileira, como já exposto anteriormente neste trabalho, é uma das mais “limpas” do mundo, pois cerca de 45% da energia e 18% dos combustíveis consumidos no país são de origem renovável. Alguns dos LDs discorrem sobre a matriz energética brasileira, como é o exemplo da unidade de análise a seguir, retirada do LD5:

“Apesar de as fontes não renováveis ainda serem utilizadas em maior proporção, a matriz energética do Brasil é bem diferente da matriz energética mundial. Pouco menos da metade das fontes energéticas utilizadas no Brasil provém de recursos renováveis, como a biomassa e a energia hídrica.” (LD5, p. 28)

Além das numerosas e consideráveis vantagens dos biocombustíveis frente aos combustíveis fósseis, dois dos LDs (LD6 e LD7) também relatam algumas desvantagens, o que como foi dito outrora, é relevante para que os alunos desenvolvam senso crítico e argumentativo a partir do conhecimento de diferentes perspectivas.

“No entanto, seu uso também apresenta desvantagens: o processamento da cana-de-açúcar, por exemplo, gera resíduos que podem causar impactos ao ambiente se despejados em rios. No caso do biodiesel, a plantação de diferentes espécies para sua produção pode esgotar a capacidade do solo e elevar o preço de produtos alimentícios.” (LD6, p. 139)

No geral, os LDs apresentam uma abordagem adequada em relação aos biocombustíveis, à biomassa utilizada como sua matéria-prima, bem como às vantagens e desvantagens da utilização dos mesmos. Entretanto, cabe salientar que verificamos carência nos LDs em relação à utilização de bio-hidrogênio e hidrogênio como combustíveis, sendo o primeiro produzido a partir de processos biológicos em resíduos orgânicos e o segundo produzido a partir da eletrólise da água, de forma que sua combustão gera água novamente, assim, é produzido a partir de uma matéria-prima barata e de fácil obtenção, e seu produto não polui o meio ambiente. Além disso, o hidrogênio é uma fonte não poluente, renovável e inesgotável, além de ser considerado por alguns cientistas o “combustível do futuro”. (SANTOS; MÓL, 2016).

Em relação a categoria 2 sobre os recursos didáticos utilizados nos LDs encontramos: esquemas e imagens totalizando 12 unidades de análise, verificamos que a inserção das mesmas foi positiva, e que a utilização desses recursos visuais tem potencial de promover a prática de interpretação e assimilação dos estudantes. Além disso, encontramos atividades e questões de pesquisa totalizando também 12 unidades de análise. Consideramos que a pesquisa incentiva a participação dos alunos nas discussões em ambiente escolar, podendo essas ser sobre questões sociais, científicas, ambientais ou econômicas. Houve também a inserção de textos de Divulgação Científica (DC), mas somente em três momentos. Consideramos este aspecto negativo, uma vez que a utilização desses textos no contexto escolar pode garantir aos estudantes acesso a informações relevantes, o desenvolvimento de discussões acerca de questões da atualidade em sala de aula e a possibilidade de contextualização dos conceitos e conteúdos estudados. Por fim, outra forma de inserção de recursos didáticos foi feita na forma de sugestões de sites, filmes e livros, totalizando 15 unidades de análise.

Sobre a categoria 3 da análise das competências e habilidades da BNCC, observamos que de forma geral nas unidades analisadas, o foco maior das habilidades está voltado aos conteúdos, havendo uma limitação sobre uma aplicação prática desses conhecimentos ao desenvolver e exercitar o que é aprendido na escola e na vida cotidiana relacionada ao tema biocombustíveis.

Considerações Finais

A partir da análise podemos entender como o tema biocombustíveis é abordado nos LDs, bem como identificar quais conceitos estão relacionados com a temática nos livros. De maneira geral, as sete coleções de LDs apresentam abordagens diferentes, sendo algumas mais completas e outras com certas limitações.

O LD7 e o LD2 foram os livros que apresentaram uma abordagem mais completa em relação aos biocombustíveis, mas são discrepantes em relação aos conteúdos utilizados para trabalhar a temática, enquanto o LD2, por exemplo, aborda o tema biocombustíveis em um capítulo sobre fontes de energia, o LD7 aborda a temática relacionando-a com conteúdos de química orgânica, propriedades estruturais, interações intermoleculares, modelos de ligação e reatividade. O LD1 e o LD4 também apresentam abordagens adequadas e ambos associaram o tema biocombustíveis com conteúdos de termoquímica, entretanto o LD4 abordou apenas o biodiesel, e não os demais biocombustíveis. O LD5 e o LD6 desenvolveram a temática de forma mais breve e em uma perspectiva ambiental, em capítulos referentes a fontes de energia renováveis e impactos ambientais. Já o LD3 foi o livro em que o tema biocombustíveis esteve menos presente, sendo superficialmente citado em um capítulo sobre a química verde.

Referências

- BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BRASIL. Ministério da Educação. Guia Digital PNLD 2021. Brasília, 2021.
- FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular: um olhar da área de Ciências da Natureza. **Horizontes**, v. 36, n. 1, p. 158-171, 2018.
- MORTIMER, E. A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário. **Em aberto**, v. 7, n. 40, 1988.
- PEREIRA, E. D. et al. Biodiesel: uma proposta reflexiva no Ensino de Química sob a perspectiva CTSA. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 34113-34128, 2021.
- SANTOS, W.; MÓL, G. **Química Cidadã**; Vol. 2, 3º Ed, Editora AJS Ltda, São Paulo, 2016.
- SCHIRMER, S. B.; SAUERWEIN, I. P. S. Livros didáticos em publicações na área de ensino: contribuições para análise e escolha. **Investigações em ensino de ciências**. Porto Alegre. Vol. 22, n. 1 (abr. 2017), p. 23-41, 2017.
- SILVA, M. R. A BNCC da reforma do Ensino Médio: o resgate de um empoeirado discurso. **Educação em revista**, v. 34, 2018.
- SILVA, M. A. A fetichização do livro didático no Brasil. **Educação & Realidade**, v. 37, p. 803-821, 2012.