



## Análise de imagens relacionadas aos biocombustíveis em livros de Química aprovados no PNLEM

### Analysis of images related to biofuels in chemistry books approved by PNLEM

### Análisis de imágenes relacionadas con biocombustibles en libros de Química aprobados por el PNLEM

Driele Crispiniano Santos<sup>1</sup>  
Rafael Saraiva Nunes<sup>2</sup>  
Márcia Brandão Rodrigues Aguiar<sup>3</sup>  
Iara Terra de Oliveira<sup>4</sup>

**Resumo:** Este trabalho tem como objetivo analisar imagens sobre biocombustíveis em livros didáticos de Química de seis coleções aprovadas pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) de 2018. A análise iniciou-se com a seleção das imagens utilizando palavras-chave. Para o *corpus* da pesquisa foi analisado o contexto da imagem, selecionando apenas as diretamente relacionadas aos biocombustíveis. As imagens foram classificadas por meio de três referenciais teórico-metodológicos: (1) indícios do valor didático; (2) etiquetas verbais; e (3) grau de abstração. A validação dessas categorias ocorreu coletivamente entre os pesquisadores deste estudo. Como resultado, foram identificadas 87 imagens diretamente relacionadas, das quais 77% demonstravam indícios de valor didático; 92% apresentavam etiquetas verbais e o nível de abstração predominante foi a “fotografia”, representando 32,1% das imagens. A pesquisa evidenciou tendências na representação dos biocombustíveis e sugere perspectivas de pesquisas futuras com imagens nos livros didáticos.

**Palavras-chave:** Biocombustíveis. Ensino de Química. Imagens. Livro didático.

**Abstract:** This study aims to analyze images related to biofuels in Chemistry textbooks from six collections approved by the National Textbook Program for High School (PNLEM) for 2018. The analysis began with selecting images using keywords. For the research *corpus*, the context of each image was examined, and only those directly related to biofuels were selected. The next step was to categorize the images using three theoretical-methodological frameworks: (1) evidence of didactic value; (2) verbal labels; and (3) level of abstraction. The validation of these categories was carried out collectively by the researchers involved in this study. As a result, 87 directly related images were identified, of which 77% exhibited evidence of didactic value; 92% contained verbal labels, and the predominant level of abstraction was "photography," representing 32.1% of the images. The research highlighted trends in the representation of biofuels and indicates perspectives for future research with images in textbooks.

**Keywords:** Biofuels. Chemistry teaching. Images. Textbook.

<sup>1</sup> Mestre em Agricultura e Ambiente. Universidade Federal de Alagoas (UFAL). <https://orcid.org/0009-0009-7380-7933>. E-mail: [driele.santos@arapiraca.ufal.br](mailto:driele.santos@arapiraca.ufal.br)

<sup>2</sup> Doutor em Ciências (Química Inorgânica e Catalise). Universidade Federal de Alagoas (UFAL). <https://orcid.org/0000-0003-1862-5925>. E-mail: [rsaraiva@arapiraca.ufal.br](mailto:rsaraiva@arapiraca.ufal.br)

<sup>3</sup> Doutora em Ciências e Tecnologia (Ensino de Química). Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). <https://orcid.org/0000-0003-0981-8768>. E-mail: [marcia.aguiar@univasf.edu.br](mailto:marcia.aguiar@univasf.edu.br)

<sup>4</sup> Doutora em Ciências e Tecnologia (Química). Universidade Federal de Alagoas (UFAL). <https://orcid.org/0000-0003-2511-1666>. E-mail: [iara.terra@arapiraca.ufal.br](mailto:iara.terra@arapiraca.ufal.br)



**Resumen:** Este trabajo tiene como objetivo analizar imágenes sobre biocombustibles en libros de Química de seis colecciones aprobadas por el Programa Nacional del Libro de Texto para la Educación Media (PNLEM) de 2018. La selección de imágenes se realizó usando palabras clave y se enfocó en aquellas directamente relacionadas con los biocombustibles. Las imágenes se categorizaron según tres marcos teórico-metodológicos: (1) indicios del valor didáctico; (2) etiquetas verbales; y (3) nivel de abstracción. La validación de las categorías fue realizada colectivamente por los investigadores. Como resultado, se identificaron 87 imágenes directamente relacionadas, de las cuales el 77% mostraba indicios de valor didáctico; el 92% contenía etiquetas verbales y el nivel de abstracción predominante fue la “fotografía”, representando el 32,1% de las imágenes. La investigación destacó tendencias en la representación de los biocombustibles e indica perspectivas para futuras investigaciones con imágenes en los libros de texto.

**Palabras-clave:** Biocombustibles. Enseñanza de la Química. Imágenes. Libro de texto.

**Submetido 08/06/2024**

**Aceito 10/02/2025**

**Publicado 21/02/2025**



## Introdução

Em pleno século XXI, cerca de 80% de toda a energia produzida no mundo é advinda dos combustíveis fósseis, fontes não renováveis, como: carvão, gás natural ou petróleo. O aumento do consumo mundial dessas fontes naturais é consequência do crescimento populacional e da industrialização, que, apesar dos benefícios, ocasionam o aumento da emissão de gases poluentes provenientes da queima de combustíveis fósseis e consequentes mudanças climáticas maléficas (Fornaro, 2006; Souza, 2007). Para minimizar tais problemas, os biocombustíveis surgem como uma alternativa sustentável frente aos combustíveis de origem fóssil, pois são produzidos a partir da biomassa (matéria orgânica de origem vegetal ou animal usada com a finalidade de produzir energia).

Os biocombustíveis, enquanto fontes energéticas renováveis, são pesquisados desde o início do século XX, principalmente na Europa. No Brasil, o Instituto Nacional de Tecnologia (INT) estuda combustíveis alternativos e renováveis desde a década de 1920. A partir dos anos 70, o país investiu esforços no desenvolvimento de projetos para produção e utilização de óleos vegetais como combustíveis. Surge, nessa época, uma nova visão acerca das energias oriundas do petróleo, já que essa matéria-prima passou a ser reconhecida como uma fonte energética esgotável. Ampliaram-se, assim, os incentivos a pesquisas para “criação” de “novos” combustíveis. Em 1975, foi criado o Programa Nacional do Álcool (PRÓ-ÁLCOOL), que em 1980 ganhou aliados: as montadoras automobilísticas (Cobra, 2001). Nesse mesmo contexto, surgiu o Plano de Produção de Óleos Vegetais para Fins Energéticos (PRÓ-ÓLEO), cujo objetivo foi gerar excedente de óleo vegetal a fim de tornar os custos de produção competitivos (Suarez; Abreu, 2005). Dentre os principais biocombustíveis, pode-se citar o biodiesel, o etanol e o biogás.

Com base nas peculiaridades do contexto brasileiro em relação aos biocombustíveis, a inserção dessa temática no currículo escolar torna-se relevante. Tal temática permite que os assuntos abordados remetam aos estudantes à discussão de outras áreas do conhecimento, além da Química, com abordagem interdisciplinar que pode favorecer a construção do pensamento crítico e de elementos da cidadania.

A importância de se abordar o tema biocombustíveis no currículo escolar é enfatizada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), especialmente no que tange aos temas transversais (Brasil, 1998), além de estar em sintonia com os referenciais ligados ao movimento

Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), que propicia a análise de questões atuais vinculadas à Ciência e Tecnologia.

Além dos PCN, essa temática está em acordo com as premissas da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que propõe a discussão sobre o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Por fim, no inciso III do Artigo 35, Inciso IV da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), encontra-se que “o ensino médio tem como uma das finalidades a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina” (Brasil, 1996).

Nessa perspectiva, observa-se na literatura trabalhos que correlacionam a temática dos biocombustíveis com o Ensino de Química com distintas finalidades, a saber:

- a) Propor atividades experimentais de baixo custo com biocombustíveis, em laboratórios de ensino médio e superior (Souza; Martins, 2011; Costa; Bonenberger; Martins, 2006; Ihabuinski *et al.*, 2009; Geris *et al.*, 2007; Santos; Pinto, 2009; Oliveira *et al.*, 2013; Rinaldi *et al.*, 2007);
- b) Propor a contextualização da temática biocombustíveis com o Ensino de Química em sala de aula (Lindemann *et al.*, 2009; Souza; Martins, 2011; Vasconcelos; Lima, 2010; Costa; Bonenberger; Martins, 2006; Nascimento, 2017);
- c) Analisar os livros didáticos (LD) que contenham a temática dos biocombustíveis (Vasconcelos; Lima, 2010);
- d) Aplicar questionários com docentes e discentes sobre o tema (Lindemann, 2009; Vasconcelos; Lima, 2010; Nascimento, 2017).

Diante do exposto, é notório que a abordagem da temática dos biocombustíveis na educação básica é respaldada pela legislação educacional e pela literatura da área, dada sua fundamental importância para a formação discente. No sentido de auxiliar nessa formação, o livro didático (LD) tem um papel essencial como ferramenta para construção e consolidação do conhecimento.

Portanto, o objetivo deste trabalho é realizar a análise de imagens presentes nos LD de Química relacionadas à temática dos biocombustíveis. Como objetivos específicos, o trabalho visa contribuir para a área de Ensino de Química na ampliação da reflexão sobre três aspectos,

a saber: os indícios do valor didático das imagens, as etiquetas verbais presentes e o seu grau de abstração.

### Procedimentos Metodológicos

Quanto à abordagem, a presente pesquisa se enquadra na modalidade *qualitativa*, na qual “os dados recolhidos são designados por qualitativos, o que significa ricos em pormenores descritivos relativamente a pessoas, locais e conversas, e de complexo tratamento estatístico” (Bogdan; Biklen, 1994, p. 16). Quanto à natureza, a pesquisa é *aplicada*, pois visa a resolução de necessidades reais e imediatas, como destacado por Appolinário (2011). A necessidade imediata é a utilização das imagens de LD por alunos e professores como recurso para o processo de ensino e aprendizagem. Quanto aos objetivos, a mesma pode ser classificada como *pesquisa explicativa*, pois visa identificar os fatores que contribuem para aprofundar a compreensão de uma dada realidade (Gil, 2007). Por fim, quanto aos procedimentos é uma *pesquisa bibliográfica*, tal como apontado por Fonseca (2002), na qual utiliza fonte de dados constituída por material que outros elaboraram e o pesquisador os encontra e se apropria, no caso, os LD de Química e as imagens presentes nos mesmos.

Assim, a primeira etapa da pesquisa foi a constituição do *corpus* de imagens a serem analisadas. Para tal, foram utilizadas as versões digitais (em PDF) de 18 LD de Química, a saber: três volumes de cada uma das seis coleções aprovadas no PNLEM de 2018 (cf. Quadro 1).

Quadro 1 – Livros de Química aprovados pelo PNLD-EM de 2018 e analisados neste trabalho

LIVRO	TÍTULO	AUTOR(ES)	EDITORA	ANO	EDIÇÃO
LD1	Química: ensino médio, vol. 1, 2 e 3	REIS, M.	Ática	2016	2ª
LD2	Química: ensino médio, vol. 1, 2 e 3.	MORTIMER, E. F. e MACHADO, A. H.	Scipione	2016	3ª
LD3	Química cidadã, vol. 1, 2 e 3.	SANTOS, W. L. P.; MÓL, G. S.; DIB, S. M. F.; MATSUNAGA, R. T.; SANTOS, S. M. O.; CASTRO, E. N. F.;	AJS	2016	3ª

		SILVA, G. S. e FARIAS, S. B.			
LD4	Química: ensino médio, vol. 1, 2 e 3	CISCATO, C. A. M.; PEREIRA, L. F.; CHEMELLO, E. e PROTI, P. B.	Moderna	2016	1ª
LD5	Ser protagonista: Química vol. 1, 2 e 3	LISBOA, J. C. F.; BEZERRA, L. M.; BRUNI, A. T.; NERY, A. L. P.; BIANCO, P. A. G.; LIEGEL, R. M.; ÁVILA, S. G.; YDI, S. J.; LOCATELLI, S. W. e AOKI, V. L. M.	Edições SM	2016	3ª
LD6	Vivá: Química vol. 1, 2 e 3	NOVAES, V. L. D. e ANTUNES, M. T.	Positivo	2016	1ª

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Com a finalidade de identificar os termos possivelmente correlacionados à temática dos biocombustíveis, foram inseridas as seguintes palavras-chave no termo de busca dos arquivos em PDF dos 18 livros: álcool, biocombustível, biodiesel, biodigestor, biogás, biomassa, cana-de-açúcar, etanol, fontes renováveis e gás natural. Deste modo, as imagens eram selecionadas quando o texto inserido na figura ou em sua legenda contemplava pelo menos uma dessas palavras-chave.

Cabe destacar que os LD de Química, aprovados no PNLEM, de 2018 obtiveram ampla divulgação e penetração por todo o território nacional. Assim, apesar do PNLEM de 2021 não apresentar mais os LD de Química, mas sim de “Ciências da Natureza e suas Tecnologias” (FNDE, 2023), as obras aqui analisadas continuam como referência para professores e alunos dessa fase da escolarização, razão para a importância de analisar as potencialidades e desafios de sua utilização.

Para a delimitação das imagens e constituição do *corpus* de análise, em uma segunda etapa as imagens passaram por uma triagem para identificar se estavam *diretamente relacionadas*, *indiretamente relacionadas* (poderiam ou não ser relativas aos biocombustíveis) ou *não relacionadas* à temática de interesse. Os contextos das palavras, nessas três possíveis

categorizações, estão apresentados no Quadro 2. A validação desta análise ocorreu pelo cotejo das classificações realizadas pelos autores da pesquisa e posterior discussão.

Quadro 2 – Classificação do contexto das imagens como diretamente relacionadas, indiretamente relacionadas ou não relacionadas à temática de biocombustíveis

<p><b>DIRETAMENTE RELACIONADAS</b></p>	<p>Bomba de combustível (etanol como combustível); etanol como aditivo da gasolina (índice de octanagem); reação de combustão de biocombustíveis (etanol, metano); reação de produção de biocombustíveis (biodiesel, transesterificação); isopropanol como biocombustível; matérias-primas para produção de biodiesel; experimento sobre adulteração da gasolina [propriedade física (solubilidade, teor de álcool na gasolina)]; conscientização do transporte do combustível; combustíveis provenientes da biomassa e de fontes renováveis; exemplos de biocombustíveis; propriedades físicas (poder calorífico, energia liberada); produção de biogás; eficiência energética de biocombustíveis; ciclo do biocombustível; participação de biocombustíveis na oferta de energia.</p>
<p><b>INDIRETAMENTE RELACIONADAS</b></p>	<p>Matérias-primas (fotos de canavial, trabalhadores cortando cana, transporte da cana, compostos para controle de insetos na plantação de cana, bagaço da cana); usinas/fábricas; reação de produção de etanol; formas de produção de álcool (metanol, etanol).</p>
<p><b>NÃO RELACIONADAS</b></p>	<p>Outras utilizações e aplicações (contexto de limpeza, assepsia, ação antisséptica, produção de bebida alcóolica, prevenção à ingestão de álcool, bafômetro); representação de fórmulas (fórmula estrutural e bola/bastão de etanol); caracterização do grupo funcional; caracterização de propriedades químicas (Nox, ligação de hidrogênio); caracterização de propriedades físicas (densidade, solubilidade, pressão de vapor, calor específico, TF, TE, estado de agregação, misturas azeotrópicas, concentrações); reações do etanol como reagente; reações fora do contexto de biocombustível (desidratação intra e intermolecular, oxidação enérgica em meio ácido, reação de substituição, esterificação); oxidação do etanol; reação de produção de outros álcoois (sem aplicação como biocombustível); exemplos de soluções.</p>

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A partir da triagem apresentada no Quadro 2, foram rejeitadas do trabalho as imagens “indiretamente relacionadas” e “não relacionadas”, de modo a selecionar somente aquelas que realmente estavam dentro do contexto dos biocombustíveis. Dessa forma, o *corpus* de análise foi configurado apenas com as imagens “diretamente relacionadas” à temática de

biocombustíveis. A busca das imagens visou identificar e classificar como ocorrem as relações entre o conteúdo das imagens sobre biocombustíveis contidas nos livros e suas legendas.

Após a constituição do *corpus*, a terceira etapa foi a análise das imagens diretamente relacionadas aos biocombustíveis. Para tal, essas imagens foram analisadas sob três perspectivas complementares, que surgem da busca na literatura especializada, com trabalhos que também realizam análise de imagens.

As três perspectivas utilizadas para análise dos dados, com respectivos referenciais teóricos, são: (1) indícios do valor didático (Mayer, 2001); (2) etiquetas verbais (Perales; Jiménez, 2002); (3) grau de abstração (Lima; Queiroz, 2020).

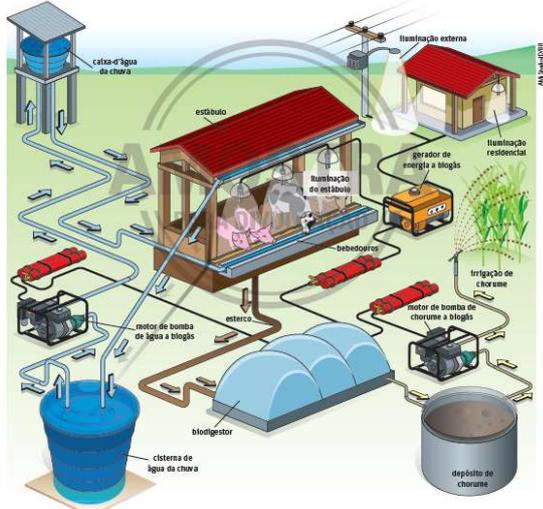
A metodologia de análise adotada pautou-se nas estratégias específicas elaboradas por cada um dos autores supracitados, com a utilização de categorias e subcategorias propostas pela literatura adotada, conforme descrita a seguir.

### **Indícios do valor didático das imagens**

Mayer utiliza vários critérios para classificar as imagens em didáticas e não didáticas. Todavia, a presente pesquisa utilizou apenas quatro subcategorias propostas por Mayer (2001), razão pela qual optou-se por adotar a terminologia “indícios” do valor didático. Segundo o autor, as imagens nos LD podem ser categorizadas em função de sua relação com o texto principal e exemplos expressos das obras analisadas (Quadro 3)

- a) *Decorativas* – imagens presentes para interessar ou entreter o leitor, mas sem acrescentar informação ao trecho em questão.
- b) *Representacionais* – imagens que representam um único elemento.
- c) *Organizacionais* – imagens que representam relações entre elementos.
- d) *Explicativas* – imagens que explicam como um sistema funciona.

Quadro 3 – Categorias de análise que expressam ordem crescente de indícios do valor didático

CATEGORIA	EXEMPLO DE IMAGEM	LOCALIZAÇÃO
Decorativas	 <p>Fiscal da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) em um posto de Brasília, DF, 2014.</p>	LD4 v.1 p.55
Representacionais		LD6 v.2 p.40
Organizacionais		LD4 v.2 p.91
Explicativas		LD5 v.1 p.176

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Ainda segundo Mayer (2001), as imagens decorativas e representacionais não servem a propósitos instrucionais importantes, ao contrário das imagens organizacionais e explicativas. Assim, as imagens foram classificadas em “com indícios de valor didático” (organizacionais e explicativas) e “sem indícios de valor didático” (decorativas e representacionais), conforme o Quadro 3.

## Etiquetas Verbais

A segunda categoria de análise adotada ocorreu em função das etiquetas verbais, arquetetadas como os textos incluídos dentro das ilustrações e que auxiliam a interpretá-las (Perales; Jiménez, 2002).

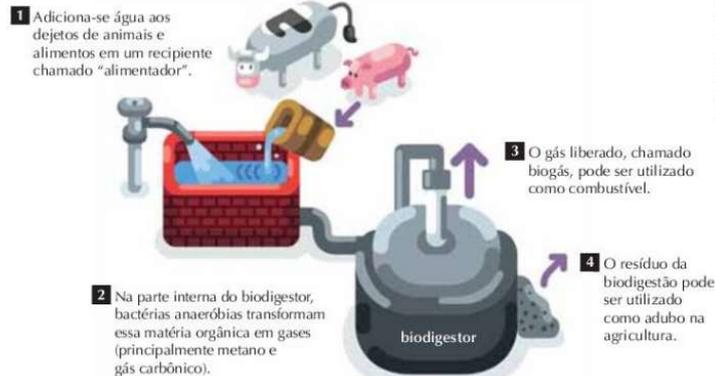
A imagem por si só pode não ser suficiente para a compreensão do conceito, visto que apresenta aspectos parciais e informações descontínuas do texto (Perales; Jiménez, 2002). A descrição de cada modalidade de etiqueta está apontada a seguir e os exemplos das obras analisadas que expressam esse cenário estão disponíveis no Quadro 4.

- Sem etiqueta*: A imagem não contém nenhum texto.
- Nominativa*: Contém letras ou palavras que identificam alguns elementos presentes na imagem, facilitando sua interpretação e leitura.
- Relacionável*: Textos que descrevem as relações entre os elementos da imagem e o próprio texto, constituindo maior nitidez no entendimento.

Quadro 4 – Categorias de análise das imagens em função das etiquetas

CATEGORIA	EXEMPLO DE IMAGEM	LOCALIZAÇÃO
Sem etiqueta	$1) \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 2\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $2) \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}(\text{l}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{CO}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$	LD3 v.3 p.38
Nominativa	<p>Figura 2.39 Diagrama 3: À combustão de etanol em termos de variação de entalpia.</p>	LD2 v.2 p.80

Relacionável



Observe a tabela a seguir com as composições típicas do gás natural e do biogás.

Comparação entre as composições típicas do gás natural e do biogás			
Propriedades	Unidade	Gás natural	Biogás
CH <sub>4</sub>	% volume	89	65
Outros hidrocarbonetos	% volume	10	0
CO <sub>2</sub>	% volume	0,9	35
N <sub>2</sub>	% volume	0,3	0,2
H <sub>2</sub> S	ppm	3	< 500
Poder calorífico	MJ*/kg	48	20,2

\*1 MJ = 10<sup>6</sup> J

LD4 v.2 p. 66

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Quando o texto é atinente à legenda presente na imagem, os autores denominam tal classificação de “etiquetas verbais”, de acordo com as seguintes subcategorias e seus exemplos descritos acima. Com isso, a combinação íntima entre a imagem e o texto atribui sentido à sua finalidade.

### Nível de abstração

Para apresentar os níveis de abstração das imagens sobre um mesmo tema, Lima e Queiroz (2020) apresentam uma sequência de inscrições (no contexto da espectroscopia de absorção atômica), partindo desde as mais concretas (no nível macroscópico, denominado mundo dos fenômenos e objetos), até as mais abstratas, presentes nos níveis representacional (símbolos, fórmulas, equações, gráficos, tabelas) e submicroscópico (átomos, íons e moléculas) (Johnstone, 1982). Nesse contexto, o termo “inscrição” refere-se às representações visuais, incluindo fotografias, gráficos, tabelas e equações (Poizzer-Ardenghi; Roth, 2010). No entanto, no presente trabalho adotou-se a nomenclatura “imagem” por possibilitar melhor compreensão com a linguagem utilizada na literatura da área.

Assim, as imagens presentes nos LD de Química foram categorizadas em relação aos níveis de abstração da seguinte forma:

- a) *Fotografia*: imagens que representam plantação de cana de açúcar, usina, posto de combustível (bomba, fiscalização), experimentos com biocombustíveis (queima, adulteração).
- b) *Ícone*: imagens com produção de biogás.
- c) *Esquema*: imagens esquematizadas por meio de setas, quadros, processo ou ideia de movimento, de modo a resumir e objetivar um determinado texto.
- d) *Quadro/Tabela*: imagens em formato de quadro ou tabela com informações precisas ou estimadas de um determinado contexto que é possível aferir o quantificar a respeito dos biocombustíveis.
- e) *Gráfico*: imagens com gráfico de barras e de setores (pizza) acerca de variação de entalpia na queima do etanol, evolução da produção de biodiesel.
- f) *Equação química*: imagens com equações químicas que representam a reação de combustão de biocombustíveis (etanol, metano); a reação de produção de biocombustíveis (biodiesel, transesterificação).

Portanto, no Quadro 5, são apresentados exemplos de imagens inseridas em categorias com distintos níveis de abstração, partindo das que estão no mundo dos fenômenos e objetos (fotografia, ícone e esquema) para as alocadas no mundo dos conceitos e teorias (quadro/tabela, gráfico e equação química).

Quadro 5 – Categorias de análise das imagens em ordem crescente de nível de abstração

CATEGORIA	EXEMPLO DE IMAGEM	LOCALIZAÇÃO
Fotografia	 <p>Ônibus híbrido, movido a biodiesel e eletricidade. Curitiba, PR. Foto de 2015.</p>	LD5 v.3 p.207

<p>Ícone</p>	<p>Representação esquemática de biodigestor. Existem vários tipos de biodigestor. Os mais comuns utilizam dejetos de animais e lixo orgânico. No biodigestor, esses resíduos se decompõem na ausência de oxigênio, formando um gás combustível, o chamado biogás, que é uma fonte de energia renovável.</p> <p>Fonte: EMBRAPA. Sistemas de tratamento de dejetos suínos: inventário tecnológico. Disponível em: &lt;http://www.cnpsa.embrapa.br/invtcc/09.html&gt;. Acesso em: 10 nov. 2015.</p>	<p>LD6 v.2 p.97</p>																																
<p>Esquema</p>	<p>Figura 1.73 Esquema simplificado da produção do etanol a partir da cana-de-açúcar.</p> <p>Plantação de cana-de-açúcar, interior de São Paulo (SP), em 2005.</p> <p>Planta do álcool etílico sendo manufaturada, Baris (SP), em 2008.</p> <p>Etanol, um biocombustível produzido a partir da cana-de-açúcar Campo Florido (MG), em 2008.</p> <p>Processo de fermentação da cana-de-açúcar.</p> <p>Micrografia eletrônica de varredura de Saccharomyces cerevisiae. Um tipo de fungo que atua na fermentação de açúcares em álcool e dióxido de carbono. Esse tipo de levedura é amplamente utilizado na produção de etanol, além de outros fins. (Ampliação: 13,6 micrômetros.)</p>	<p>LD2 v.3 p.58</p>																																
<p>Quadro/ Tabela</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">PRINCIPAIS EXEMPLOS DE BIOCOMBUSTÍVEIS</th> </tr> <tr> <th>Biocombustível</th> <th>Matéria-prima</th> <th>Processos de obtenção</th> <th>Composição química</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Carvão vegetal</td> <td>Madeira</td> <td>Pirólise</td> <td>Carbono</td> </tr> <tr> <td>Alcool</td> <td>Açúcares (glicose, amido, celulose etc.)</td> <td>Fermentação aeróbica</td> <td>Etanol (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>OH)</td> </tr> <tr> <td>Biogás</td> <td>Todo o tipo de biomassa</td> <td>Fermentação anaeróbica</td> <td>Hidrocarbonetos leves</td> </tr> <tr> <td>Biogás de síntese</td> <td>Biomassa em geral</td> <td>Gaseificação</td> <td>Mistura de vários gases, essencialmente, CO e H<sub>2</sub></td> </tr> <tr> <td>Biodiesel</td> <td>Óleos e gorduras</td> <td>Esterificação ou transesterificação</td> <td>Monoésteres de ácidos graxos</td> </tr> <tr> <td>Bio-óleo</td> <td>Óleos e gorduras</td> <td>Craqueamento ou hidrocrackeamento</td> <td>Mistura de hidrocarbonetos e substâncias oxigenadas</td> </tr> </tbody> </table>	PRINCIPAIS EXEMPLOS DE BIOCOMBUSTÍVEIS				Biocombustível	Matéria-prima	Processos de obtenção	Composição química	Carvão vegetal	Madeira	Pirólise	Carbono	Alcool	Açúcares (glicose, amido, celulose etc.)	Fermentação aeróbica	Etanol (CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH)	Biogás	Todo o tipo de biomassa	Fermentação anaeróbica	Hidrocarbonetos leves	Biogás de síntese	Biomassa em geral	Gaseificação	Mistura de vários gases, essencialmente, CO e H <sub>2</sub>	Biodiesel	Óleos e gorduras	Esterificação ou transesterificação	Monoésteres de ácidos graxos	Bio-óleo	Óleos e gorduras	Craqueamento ou hidrocrackeamento	Mistura de hidrocarbonetos e substâncias oxigenadas	<p>LD3 v.2 p.236</p>
PRINCIPAIS EXEMPLOS DE BIOCOMBUSTÍVEIS																																		
Biocombustível	Matéria-prima	Processos de obtenção	Composição química																															
Carvão vegetal	Madeira	Pirólise	Carbono																															
Alcool	Açúcares (glicose, amido, celulose etc.)	Fermentação aeróbica	Etanol (CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> OH)																															
Biogás	Todo o tipo de biomassa	Fermentação anaeróbica	Hidrocarbonetos leves																															
Biogás de síntese	Biomassa em geral	Gaseificação	Mistura de vários gases, essencialmente, CO e H <sub>2</sub>																															
Biodiesel	Óleos e gorduras	Esterificação ou transesterificação	Monoésteres de ácidos graxos																															
Bio-óleo	Óleos e gorduras	Craqueamento ou hidrocrackeamento	Mistura de hidrocarbonetos e substâncias oxigenadas																															
<p>Gráfico</p>	<p>Evolução da produção de biodiesel (B100) (de 2005 a 2013)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ano</th> <th>Quantidade (milhões de m³)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2005</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>2006</td><td>0,07</td></tr> <tr><td>2007</td><td>0,40</td></tr> <tr><td>2008</td><td>1,17</td></tr> <tr><td>2009</td><td>1,61</td></tr> <tr><td>2010</td><td>2,39</td></tr> <tr><td>2011</td><td>2,67</td></tr> <tr><td>2012</td><td>2,72</td></tr> <tr><td>2013</td><td>2,92</td></tr> </tbody> </table>	Ano	Quantidade (milhões de m³)	2005	0,00	2006	0,07	2007	0,40	2008	1,17	2009	1,61	2010	2,39	2011	2,67	2012	2,72	2013	2,92	<p>LD4 v.3 p.97</p>												
Ano	Quantidade (milhões de m³)																																	
2005	0,00																																	
2006	0,07																																	
2007	0,40																																	
2008	1,17																																	
2009	1,61																																	
2010	2,39																																	
2011	2,67																																	
2012	2,72																																	
2013	2,92																																	

Equação química	$\overset{-2}{\text{C}}_2\overset{-2}{\text{H}}_6\overset{-2}{\text{O}} + 3\overset{0}{\text{O}}_2 \longrightarrow 2\overset{+4-2}{\text{C}}\overset{-2}{\text{O}}_2 + 3\overset{-2}{\text{H}}_2\overset{-2}{\text{O}}$ <p>etanol                      agente oxidante                      reação exotérmica</p>	LD6 v.2 p.218
	$\overset{-2,5}{\text{C}}_4\overset{-2,5}{\text{H}}_{10} + \frac{13}{2}\overset{0}{\text{O}}_2 \longrightarrow 4\overset{+4-2}{\text{C}}\overset{-2}{\text{O}}_2 + 5\overset{-2}{\text{H}}_2\overset{-2}{\text{O}}$ <p>gás butano (componente do gás de botijão)                      agente oxidante                      reação exotérmica</p>	

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Desse modo, as imagens classificadas como fotografias, ícones e esquemas, por estarem no âmbito dos fenômenos e objetos, tornam-se mais adequadas para comunicar informações visualmente atraentes ou difíceis de expressar com palavras. Já os quadros/tabelas, gráficos e equações, por estarem inseridos no mundo dos conceitos e teorias, são mais apropriados para transmitir informações que exigem precisão e quantificação (Lima; Queiroz, 2020). Ambas as formas de comunicação são importantes nos LD e podem ser usadas juntas para fornecer uma compreensão mais abrangente de um conceito ou tópico.

### Resultados e discussões

A partir da análise de todas as imagens selecionadas a partir das palavras-chave nos arquivos digitais dos LD de Química foram identificadas 283 palavras-chave associadas às imagens. O resultado da triagem, considerando-se a soma das imagens classificadas como *diretamente relacionadas*, *indiretamente relacionadas* ou *não relacionadas* à temática de biocombustíveis por meio das palavras-chave, está quantificado na Tabela 1.

Tabela 1 – Quantificação de todas as imagens obtidas com as palavras-chave utilizadas

OBRAS ANALISADAS DO PNL D	Nº DE IMAGENS E LEGENDAS COM AS PALAVRAS-CHAVE			
	V.1	V.2	V.3	TOTAL
LD1	1	7	11	19
LD2	5	9	7	21
LD3	9	16	27	52
LD4	17	18	27	62

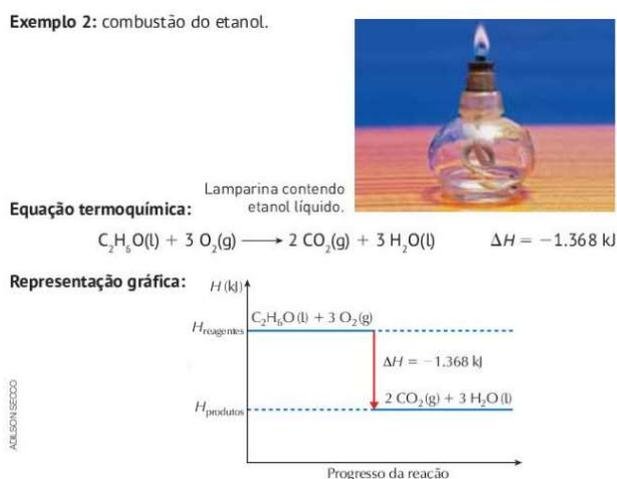
LD5	8	18	41	67
LD6	17	11	34	62
TOTAL	57	79	147	283

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Entretanto, o *corpus* de análise foi composto exclusivamente por imagens *diretamente relacionadas* à temática do biocombustível. Com essa abordagem, foram selecionadas 87 imagens, distribuídas entre os LDs da seguinte forma: LD1 (4); LD2 (9); LD3 (14); LD4 (31); LD5 (17) e LD6 (12).

Na classificação, algumas imagens possuíam mais de uma palavra-chave ou classificação mediante algum referencial. Por exemplo, a imagem no Gráfico 1, extraída do LD4, apresenta múltiplas classificações:

Gráfico 1 – Imagem com múltiplas classificações

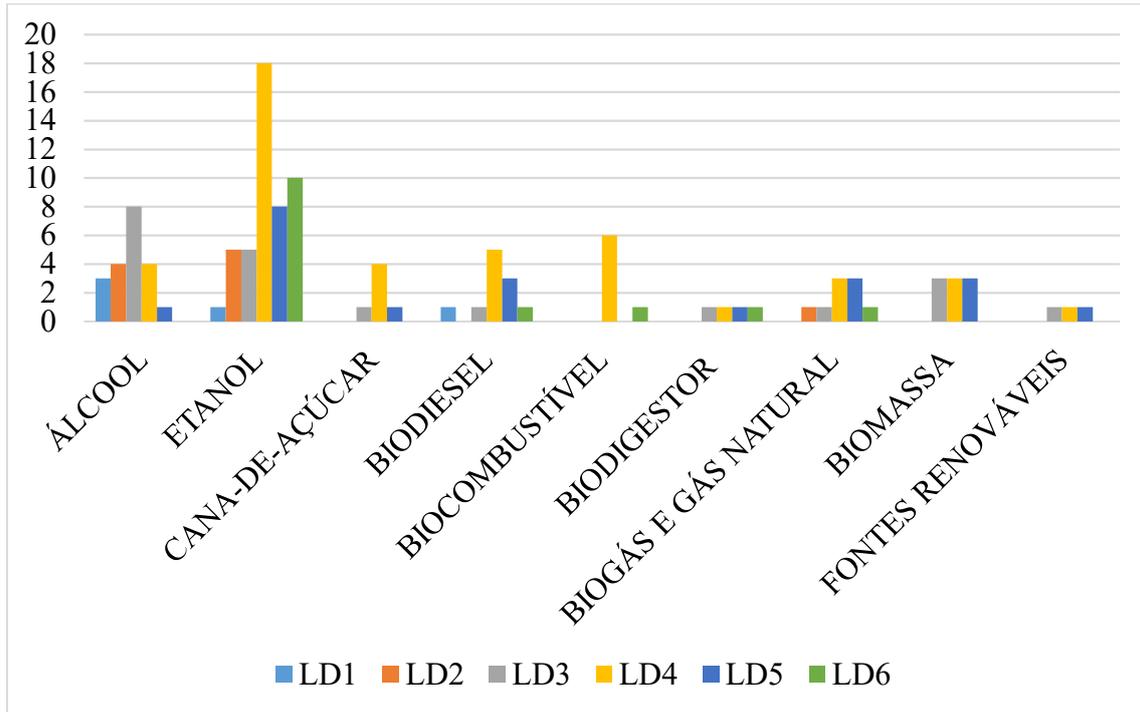


Fonte: LD4 v.2 p. 81 (2016).

A imagem apresentada no Gráfico 1 foi classificada com a palavra-chave da legenda “etanol”; considerada com valor didático (explicativa); etiquetas verbais: nominativa e diretamente relacionado a problemática - etanol como combustível. Além disso, foi classificada sob o aspecto de fotografia (combustão do etanol), equação química (combustão do etanol) e gráfico (entalpia de combustão do etanol), o que reflete a riqueza de informações associadas às palavras-chave.

O Gráfico 2 exemplifica a diversidade de palavras-chave diretamente relacionadas aos biocombustíveis e sua distribuição nas seis coleções analisadas.

Gráfico 2 – Quantitativo de imagens com palavras-chave diretamente relacionadas aos biocombustíveis em cada LD



Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

Ao observar o Gráfico 2, destaca-se a frequência das palavras-chave “etanol” e “álcool”. No entanto, a palavra “álcool” não foi encontrada nas legendas das imagens em nenhum dos três volumes da coleção LD6. Em contrapartida, 71,4% (n = 10 de 14) de todas as palavras-chave do LD6 corresponderam a “etanol”. O LD5 apresentou a menor proporção de palavras-chave relacionadas ao “etanol”, com 38,1% (n = 8 de 21).

Referente à palavra-chave “biodigestor”, as imagens apareceram de modo proporcional nas coleções LD3, LD4, LD5 e LD6. De forma similar, “fontes renováveis” foi encontrada nos LD3, LD4 e LD5, enquanto “biocombustível” apareceu apenas nos LD4 e LD6. O LD4 se destacou pela maior diversidade de palavras-chave, abrangendo uma gama mais ampla de tópicos relacionados aos biocombustíveis.

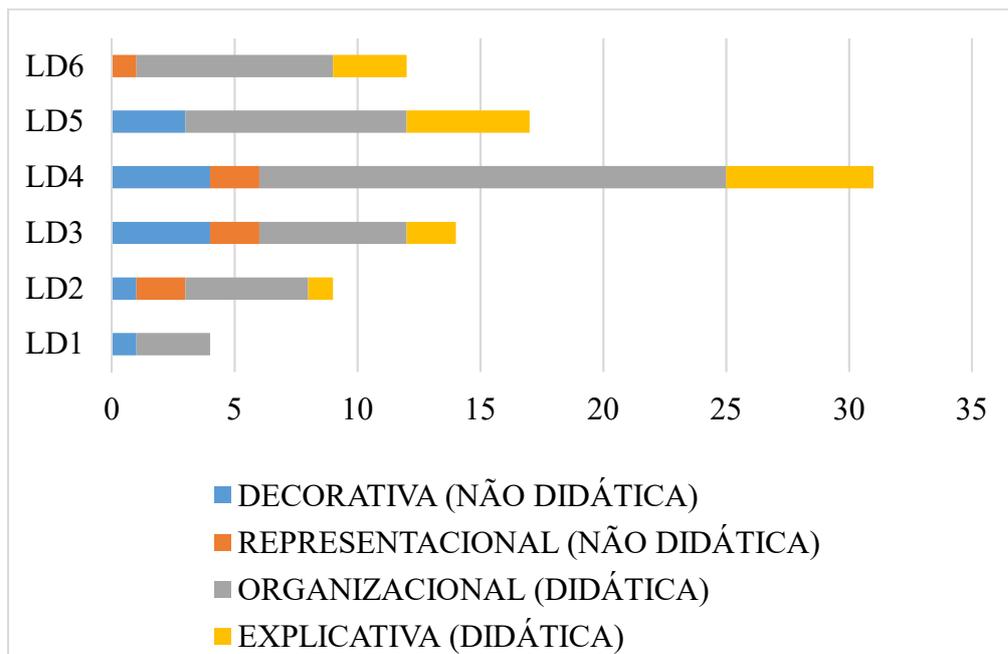
Esses dados refletem a variação na abordagem das coleções em relação ao tema dos

biocombustíveis e sugerem uma riqueza de conteúdos que podem enriquecer o entendimento dos estudantes sobre o assunto.

### Indícios do valor didático das imagens

A análise do valor didático das imagens, realizada de acordo com os pressupostos de Mayer (2001), revelou que 57,5% (n = 50 de 87) das imagens diretamente relacionadas aos biocombustíveis foram classificadas como organizacionais e 19,5% (n = 17 de 87) como explicativas. Dessa forma, 77,0% (n = 67 de 87) das imagens demonstram indícios de valor didático, como indicado no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Classificação de indícios do valor didático das imagens



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Entre as seis coleções analisadas, foram identificadas lacunas no uso de imagens de algumas modalidades. Por exemplo, não foram encontradas imagens decorativas no LD6, nem representacionais nos LD1 e LD5 ou explicativas no LD1. Por outro lado, a preponderância de imagens organizacionais foi evidenciada em todas as coleções: LD1 (75,0%, n = 3 de 4), LD2 (55,5%, n = 5 de 9), LD3 (42,9%, n = 6 de 14), LD4 (61,3%, n = 19 de 31), LD5 (52,9%, n = 9 de 17) e LD6 (66,7%, n = 8 de 12). Tal constatação evidencia a atenção das editoras em

representar relações entre elementos, conectando visualizações mais concretas com as que demandam maior grau de abstração, o que pode favorecer o processo de ensino-aprendizagem.

Em termos de imagens com indícios de valor didático (organizacionais e explicativas), as porcentagens foram elevadas em todas as coleções: LD1 (75,0%, n = 3 de 4), LD2 (66,7%, n = 6 de 9), LD3 (57,1%, n = 8 de 14), LD4 (80,6%, n = 25 de 31), LD5 (82,3%, n = 14 de 17) e LD6 (91,7%, n = 11 de 12). Por outro lado, as imagens sem indícios de valor didático (decorativa e representacional) foram menos prevalentes: LD1 (25,0%, n = 1 de 4), LD2 (33,3%, n = 3 de 9), LD3 (42,9%, n = 6 de 14), LD4 (19,4%, n = 6 de 31), LD5 (17,7%, n = 3 de 17) e LD6 (8,3%, n = 1 de 12). Destacou-se o LD6 com a maior porcentagem de imagens com indícios de valor didático (91,7%, n = 11 de 12), enquanto o LD3 apresentou a maior proporção de imagens sem valor didático (42,8%, n = 6 de 14).

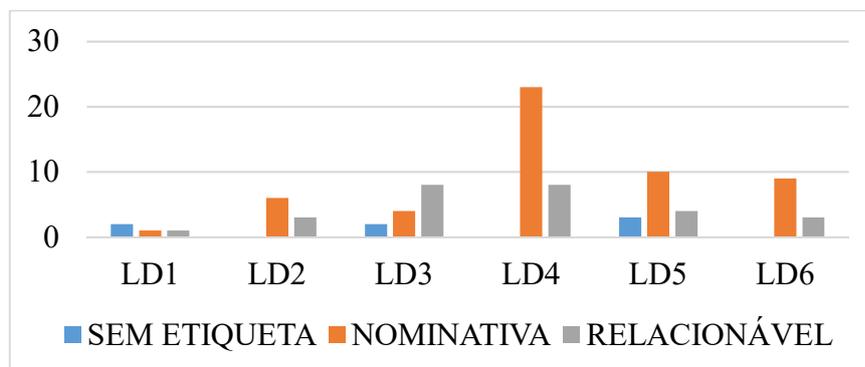
As imagens decorativas não foram identificadas somente em uma das obras (LD6). Esses dados corroboram a pesquisa de Coutinho *et al.* (2010), que investigaram imagens de quatro livros didáticos de Biologia no Ensino Médio e também verificaram somente um dos exemplares em que as imagens decorativas não estavam presentes.

Esses resultados indicam o predomínio de imagens analisadas com indícios de valor didático (77,0%, n = 67 de 87), o que, conforme Mayer (2001), pode contribuir com o processo de ensino e aprendizagem ao facilitar a interpretação dos dados pelo leitor. A combinação de imagens e legendas proporciona maior autonomia na interpretação, o que pode contribuir para um aprendizado mais efetivo.

### **Etiquetas verbais**

A análise das imagens presentes nos LD resultou em um total de 87 imagens, classificadas em três subcategorias de etiquetas verbais: sem etiqueta, nominativa e relacionável, conforme os critérios de Perales; Jiménez (2002). Os resultados estão ilustrados no Gráfico 4.

Gráfico 4 – Classificação das imagens segundo as etiquetas verbais



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Observa-se no Gráfico 4 que apenas 8,0% ( $n = 7$  de 87) das imagens sobre biocombustíveis estão sem etiquetas; as nominativas correspondem a 60,9% ( $n = 53$  de 87) e as representativas 31,1% ( $n = 27$  de 87). A nominativa também foi a preponderante na pesquisa de Gibin; Kiill; Ferreira (2010), que categorizaram as imagens de seis livros didáticos de Química do Ensino Médio.

Na análise detalhada por cada autor, verificou-se que as coleções LD2, LD4 e LD6 não apresentaram imagens sem etiquetas. Por outro lado, o LD1 apresentou 50,0% ( $n = 2$  de 4) de suas imagens sobre biocombustíveis sem etiquetas. O LD3 e o LD5 também incluíram imagens sem etiquetas. Notavelmente, o LD4 se destacou pelo número expressivo de etiquetas nominativas, correspondendo a 74,2% ( $n = 23$  de 31) das imagens dessa coleção. As etiquetas nominativas são essenciais, pois identificam o conteúdo das imagens e promovem melhor organização das informações.

Todas as coleções apresentaram etiquetas relacionáveis, que são as mais completas e informativas. O LD3 apresentou a maior proporção de etiquetas relacionáveis, com 57,1% ( $n = 8$  de 14). Dentre as três categorias de etiquetas verbais de Perales; Jiménez (2002), a relacionável é a mais completa, pois estabelece uma relação de complemento de informações da imagem. Dessa forma, as imagens com etiquetas dessa natureza formam um conjunto de informações que fornecem mais subsídios ao aluno para a construção do conhecimento.

Portanto, a predominância de imagens com etiquetas verbais, especialmente as nominativas, indica que as coleções visaram fornecer informações mais detalhadas. Essas

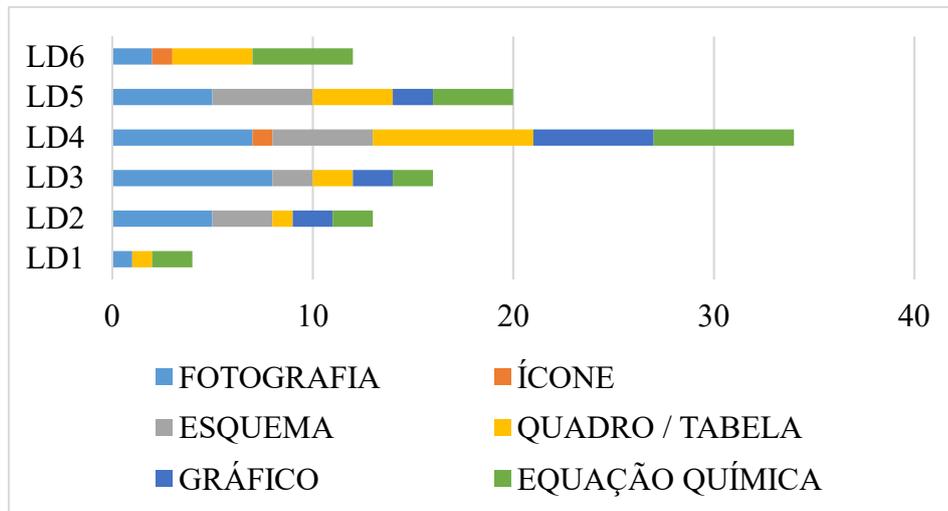
etiquetas podem desempenhar um papel relevante na mediação do aprendizado, pois podem auxiliar os alunos a integrarem o conteúdo visual com o texto de forma mais eficaz.

### Nível de abstração

Conforme descrito por Lima; Queiroz (2020), as imagens podem ser classificadas segundo o seu nível de abstração, iniciando-se com aquelas de baixo nível, que retratam fenômenos e objetos concretos, como fotografias, ícones e esquemas. Em seguida, temos as imagens que requerem níveis de abstração mais elevados, relativas à conceitos e teorias, tais como quadros, tabelas, gráficos e equações químicas, que representam o nível submicroscópico.

No Gráfico 5 é apresentada a classificação das imagens segundo esses níveis de abstração nas seis coleções analisadas. É importante apontar que algumas das imagens apresentaram mais de uma classificação.

Gráfico 5 - Classificação das imagens segundo o nível de abstração de Lima; Queiroz (2020).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

As fotografias, que oferecem uma representação concreta e direta da realidade, foram as mais frequentes, representando 32,1% (n = 28 de 87) das imagens analisadas. De fato, a pesquisa internacional com foco em livros didáticos dos EUA proposta por Lee (2010) identificou um aumento da quantidade de imagens fotográficas nas obras, proporcionando aspectos mais reais aos conceitos científicos.

A fotografia foi predominante nas coleções LD2 (38,5%, n = 5 de 14), LD3 (50%, n = 8 de 16) e LD5 (25%, n = 5 de 20), o que indica uma ênfase no nível mais baixo de abstração para conectar o contexto químico com representações visuais reais. Vale ressaltar que no LD5, a frequência de “esquemas” foi igual à de “fotografias”, o que diferenciou das demais coleções.

O “esquema” e o “gráfico” não foram identificados nas coleções LD1 e LD6, sugerindo uma menor utilização desses tipos de abstração em algumas coleções. A subcategoria “ícone” apareceu somente em duas coleções e de forma pouco expressiva, com 2,9% (n = 1 de 34) no LD4 e 8,3% (n = 1 de 12) no LD6.

Na coleção LD4, privilegiou-se “quadro/tabela” com representatividade de 23,5% (n = 8 de 34) das imagens, o que reflete uma abordagem mais estruturada. A subcategoria “equação química” foi evidenciada em todas as coleções, sendo preponderante nos LD1 (50%, n = 2 de 4) e no LD6 (41,7%, n = 5 de 12). Isso sugere uma consistente utilização de representações abstratas para ilustrar conceitos químicos complexos.

Esses dados demonstram uma variação na abordagem do nível de abstração entre as diferentes coleções. Enquanto alguns livros optam por inserir grande quantidade de representações concretas, outras utilizam formas mais abstratas, como equações e tabelas, para promover o ensino de conceitos mais complexos. A diversidade nas formas de representação pode enriquecer a experiência de aprendizagem ao fornecer múltiplas perspectivas sobre o conteúdo químico a ser estudado.

### Considerações finais

A análise das imagens dos LD de Química revelou *insights* significativos sobre a representação visual dos biocombustíveis. Este trabalho analisou 87 imagens, sob três diferentes perspectivas teóricas, utilizando para tal as palavras-chave que representassem os conceitos de biocombustíveis. Constatou-se que a palavra “etanol” foi a mais frequente em todas as coleções analisadas, evidenciando sua centralidade na representação visual do conteúdo químico.

Os *indícios do valor didático* foram predominantes, representando 77,0% do total analisado, que abarcam as subcategorias *organizacionais* e *explicativas*. Essa categorização dos recursos visuais potencializa a contextualização do conteúdo químico. O LD6 destacou-se com a maior proporção de imagens com valor didático, o que indica um padrão na utilização de

recursos visuais para facilitar o processo de ensino e aprendizagem. Contudo, também foram identificadas lacunas, na qual 42,8% das imagens do LD3 não apresentam valor didático (*decorativas e representacionais*), utilizadas para entreter, mas com eficácia limitada para a aprendizagem, o que indica espaço para aprimoramentos.

A pesquisa revelou que 92,0% das imagens apresentam *etiquetas verbais*, o que pode facilitar a compreensão do conteúdo. Entretanto, a ausência de etiquetas em 8,0% das imagens e a desigualdade na distribuição das relacionáveis sugerem algumas áreas para melhorias, principalmente em termos de fornecer informações complementares que possam enriquecer a interpretação dos conceitos químicos.

Quanto ao *nível de abstração* das imagens, a “fotografia” foi a representação mais expressiva (32,1%), o que indica preponderância da abordagem concreta com vistas à contextualização. No entanto, há oportunidades para ampliar o uso de esquemas, gráficos, equações químicas e outras formas abstratas que promovam uma compreensão mais aprofundada dos conceitos químicos.

Esses resultados indicam a perspectiva de pesquisas futuras que explorem como a diversidade de representações visuais e a utilização equilibrada de diferentes níveis de abstração impactam o aprendizado em Química.

Além disso, pode-se investigar o uso pedagógico das imagens por professores em sala de aula e como elas podem ser integradas a práticas de ensino mais interativas e eficazes. Assim, o uso das imagens nos LD depende de um viés crítico pelos professores, na qual devem atentar-se para que sejam utilizadas como ferramentas pedagógicas que contribuam com o processo de ensino e aprendizagem da Química.

As futuras edições de LD podem se beneficiar de uma maior uniformidade no uso de etiquetas verbais, com prioridade às relacionáveis, que fornecem um contexto adicional. Já um maior equilíbrio no uso de imagens concretas e abstratas pode favorecer uma compreensão multidimensional dos conceitos químicos.

Dessa forma, as observações sobre imagens relativas aos biocombustíveis dos LD de Química feitas neste estudo destacam a importância dos recursos visuais na facilitação do aprendizado e conseqüente necessidade de aprimoramento na diversidade das representações visuais para fortalecer o ensino de Química.



## Referências

APPOLINÁRIO, Fabio. **Dicionário de Metodologia Científica**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2011.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994. Disponível em: <https://www.academia.edu/6674293/>. Acesso em: 19 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19394.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm). Acesso em: 15 jan. 2025.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais / Secretaria de Educação Fundamental**. – Brasília: MEC/SEF, 1998.

COBRA, Carlos. Álcool, combustível verde do presente e do futuro. In: MELLO, Marcello Guimarães (Org.) **Biomassa: energia dos trópicos em Minas Gerais**. Belo Horizonte: LabMídia, 2001. p. 49-58.

COSTA, Ronaldo Silvestre da; BONENBERGER, Cíntia Jung; MARTINS, Tales Leandro Costa. Utilização do tema gerador Biodiesel em aulas de Química Experimental na EJA. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 29., 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SBQ, 2006. p. 114. Disponível em: <https://www.s bq.org.br/29ra/cdrom/resumos/T0708-1.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2024.

COUTINHO, Francisco Ângelo; SOARES, Adriana Gonçalves; BRAGA, Selma Ambrosina de Moura; CHAVES, Andréa Carla Leite; COSTA, Fernanda de Jesus. Análise do valor didático de imagens presentes em livros de Biologia para o ensino médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4085>. Acesso em: 18 ago. 2024.

FNDE. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Química**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/fnde/pt-br/search?SearchableText=QU%C3%8DMICA>. Acesso em: 8 jul. 2024.

FORNARO, Adalgiza. Águas de chuva: conceitos e breve histórico. Há chuva ácida no Brasil? **Revista USP**, São Paulo, n. 70, p. 78-87, jun./ago. 2006. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/13533>. Acesso em: 8 jul. 2024.

GERIS, Regina; SANTOS, Nádia Alessandra Carmo dos; AMARAL, Bruno Andrade; MAIA, Isabelle de Souza; CASTRO, Vinícius Dourado; CARVALHO, José Roque Mota. Biodiesel de soja: reação de transesterificação para aulas práticas de química orgânica. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 5, p. 1369-1373, maio 2007.



GIBIN, Gustavo Bizarria; KIILL, Keila Bossolani; FERREIRA, Luiz Henrique. Categorização das imagens referentes ao tema equilíbrio químico nos livros aprovados pelo PNLEM. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 8, n. 2, p. 711-721, 2009. Disponível em: [https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen08/ART18\\_Vol8\\_N2.pdf](https://reec.uvigo.es/volumenes/volumen08/ART18_Vol8_N2.pdf). Acesso em: 8 jul. 2024.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007. IHABUINSKI, Rubine Andressa; WULF, Glaudeston Dutra; TAVARES JÚNIOR, Adalberto Teógenes; CHININI, Guilherme Luiz; OLIVEIRA, José Dilson Silva de. Biodiesel a partir do óleo de peixe: uma proposta de ensino na química experimental. *In*: CONGRESSO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA, 1, 2009, Londrina. **Anais eletrônicos...** Londrina: UEL, 2009. p. 177. Disponível em: <https://www.uel.br/eventos/cpequi/Anais.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2024.

JOHNSTONE, Alex H. Macro-and microchemistry. **School Science Review**, Londres, v. 64, p. 377-379, 1982.

LEE, Victor. Adaptations and continuities in the use and design of visual representations in US middle school science textbooks. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 32, n. 8, p. 1099-1126, ago. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09500690903253916>. Acesso em: 18 ago. 2024.

LIMA, Miqueias Silva de; QUEIROZ, Salete Linhares. Modelo semiótico de leitura de inscrições: aplicação na Educação em Química. **Química Nova**, São Paulo, v. 43, n. 7, p. 987-997, ago. 2020.

LINDEMANN, Renata Hernandez; MUENCHEN, Cristiane; GONÇALVES, Fábio Peres; GEHLEN, Simoni Tormöhlen Gehlen. Biocombustíveis e o ensino de Ciências: compreensões de professores que fazem pesquisa na escola. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 8, n. 1, p. 342-358, 2009.

NASCIMENTO, Denise da Silva. **Proposta de sequência didática para o ensino médio: o biodiesel e jogos educacionais**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

OLIVEIRA, Diogo Müller de; ONGARATTO, Diego Paulo; FONTOURA, Luiz Antonio Mazzini; NACIUK, Fabrício Fredo; SANTOS, Vinícius Oliveira Batista dos; KUNZ, Jéssica Danieli; MARQUES, Marcelo Volpato. Obtenção de biodiesel por transesterificação em dois estágios e sua caracterização por cromatografia gasosa: óleos e gorduras em laboratório de química orgânica. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 5, p. 734-737, 2013.

PERALES, Francisco Javier; JIMÉNEZ, Juan de Dios. Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 20, n. 3, p. 369-386, 2002.



POZZER-ARDENGHI, Lilian; ROTH, Wolff-Michael. Toward a Social Practice Perspective on the Work of Reading Inscriptions in Science Texts. **Reading Psychology**, Philadelphia, v. 31, n. 3, p. 228-253, maio 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02702710903256361>. Acesso em: 9 jul. 2024.

RINALDI, Roberto; GARCIA, Camila; MARCINIUK, Letícia Ledo; ROSSI, Adriana Vitorino; SCHUCHARDT, Ulf. Síntese de biodiesel: uma proposta contextualizada de experimento para laboratório de química geral. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 30, n. 5, p. 1374-1380, 2007.

SANTOS, Ana Paula Bernardo dos; PINTO, Angelo da Cunha. Biodiesel: uma alternativa de combustível limpo. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 58-62, 2009.

SOUZA, Fabio Luiz de; MARTINS, Patrícia. Ciência e tecnologia na escola: Desenvolvendo cidadania por meio do projeto “Biogás–Energia renovável para o futuro”. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 33, n. 1, p. 19-24, 2011.

SOUZA, Rodrigo Augusto Ferreira de. Monitoramento de monóxido de carbono (CO) na atmosfera a partir de informações do sistema de sondagem AQUA: perfis verticais de CO. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** Rio de Janeiro: INPE, 2007, p. 4289-4291.

SUAREZ, Paulo Anselmo Ziani; ABREU, Frederique Rosa de. O biodiesel no Brasil. *In*: BRASIL. Senado Federal. **Senatus: Cadernos da Secretária da Informação e Documentação**. Brasília, v. 4, n. 1, p. 49-52, 2005. Disponível em: [http://www.senado.gov.br/sf/publicacoes/revistaSenatus/pdf/Senatus\\_Vol4.pdf](http://www.senado.gov.br/sf/publicacoes/revistaSenatus/pdf/Senatus_Vol4.pdf). Acesso em: 14 fev. 2022.

VASCONCELOS, Tatiana Barreto; LIMA, Rodrigo Maciel. Biodiesel: uma possibilidade de interdisciplinaridade na Química e as concepções dos professores de Ensino Médio de Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil. **Vértices**, Campos dos Goytacazes, v. 12, n. 2, p. 113-133, maio/ago. 2010. Disponível em: <https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/1809-2667.20100016>. Acesso em: 8 jul. 2024.