

ANÁLISE DO VALOR DIDÁTICO DAS IMAGENS DE CONTEÚDOS DE BOTÂNICA EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO

Marcia Eduarda Carvalho Silva¹
Tiago dos Santos da Cruz²
Julio Marcelino Monteiro³

RESUMO

Este estudo analisou o valor didático das imagens de Botânica em dois livros de Biologia do Ensino Médio aprovados pelo PNLD: *Moderna Plus: Biologia* (Amabis e Martho) e *360° Biologia* (Godoy e Lourenço). Adotando abordagem quali-quantitativa, com análises imagética, frequencial e documental, a pesquisa fundamentou-se na Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia de Mayer. As imagens foram classificadas em decorativas, representativas, organizacionais e explicativas, e seu design instrucional foi avaliado segundo os princípios de coerência, sinalização e contiguidade espacial. Os resultados mostraram diferenças entre as obras quanto à distribuição, organização e função pedagógica das imagens, com *Moderna Plus: Biologia* apresentando maior alinhamento aos princípios multimídia e melhor integração entre texto e imagem. Conclui-se que o planejamento criterioso das imagens é essencial para uma aprendizagem mais eficaz.

Palavras-chave: Recursos Visuais. Carga Cognitiva. Aprendizagem.

AN ANALYSIS OF THE INSTRUCTIONAL VALUE OF IMAGES IN BOTANY SECTIONS OF SECONDARY BIOLOGY TEXTBOOKS

ABSTRACT

This study analyzed the didactic value of Botany images in two PNLD-approved secondary school Biology textbooks: *Moderna Plus: Biologia* (Amabis and Martho) and *360° Biologia* (Godoy and Lourenço). Using a qualitative and quantitative approach combining visual, frequency, and documentary review, the research was grounded in Mayer's Cognitive Theory of Multimedia Learning. Images were classified as decorative, representative, organizational, or explanatory, and their instructional design was assessed according to the principles of coherence, signaling, and spatial contiguity. Results showed differences between the two textbooks in the distribution, organization, and pedagogical use of images, with *Moderna Plus: Biologia* showing greater alignment with multimedia principles and promoting better integration

¹Graduanda em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), Brasil; ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0001-4061-9751>. E-mail: paraeduardacarvalho@gmail.com.

²Graduado em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), Brasil; ORCID iD: <https://orcid.org/0009-0003-8263-2828>. E-mail: thiagost744@gmail.com.

³Doutor em Botânica pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE); Universidade Federal do Piauí (UFPI) – Brasil; ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-7753-6258>. E-mail: juliomonteiro@ufpi.edu.br.

between text and images. The findings highlight the importance of careful image planning for more effective learning.

Keywords: Visual resources. Cognitive load. Learning.

ANÁLISIS DEL VALOR DIDÁCTICO DE LAS IMÁGENES DE LOS CONTENIDOS DE BOTÁNICA EN LOS LIBROS DE TEXTO DE BIOLOGÍA PARA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR.

RESUMEN

Este estudio analizó el valor didáctico de las imágenes de Botánica en dos libros de Biología de Educación Media aprobados por el PNLD: *Moderna Plus: Biología* (Amabis y Martho) y *360° Biología* (Godoy y Lourenço). Mediante un enfoque cuali-cuantitativo, con análisis de imágenes, frecuencia y revisión documental, la investigación se fundamentó en la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia de Mayer. Las imágenes se clasificaron en decorativas, representativas, organizacionales y explicativas, y su diseño instruccional se evaluó según los principios de coherencia, señalización y contigüidad espacial. Los resultados evidenciaron diferencias entre las obras en cuanto a la distribución, organización y función pedagógica de las imágenes, siendo *Moderna Plus: Biología* el que presentó mayor correspondencia con los principios multimedia y mejor integración entre texto e imágenes. Estos hallazgos destacan la importancia de una planificación cuidadosa de las imágenes para un aprendizaje más eficaz.

Palabras clave: Recursos visuales. Carga cognitiva. Aprendizaje.

INTRODUÇÃO

O livro didático (LD) constitui um dos principais instrumentos de apoio ao planejamento de ensino em diferentes níveis educacionais. Além de orientar a prática pedagógica, o LD também tem a função de complementar o conhecimento dos professores, sendo, muitas vezes, o único material de consulta disponível aos docentes e aos educandos sobre os conteúdos ensinados em sala de aula (Lima, 2018). Conforme Bel Martínez *et al.* (2019), a escolha do livro didático envolve critérios pedagógicos, mas também fatores editoriais e de mercado, pois esses materiais são produzidos e distribuídos como bens culturais, seguindo a lógica do mercado. Assim, a seleção desses livros impacta tanto o projeto educativo quanto a economia do setor.

No Brasil, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), criado em 1985, constitui a principal política pública voltada à aquisição e distribuição de livros didáticos às escolas públicas, pelo qual o governo compra os livros solicitados pelos professores para distribuição a todos os alunos dessas escolas (Munakata, 2012). De acordo com Pinheiro, Echalar e Queiroz (2021), o PNLD representa apenas um esforço do Estado para orientar a produção editorial e garantir que os livros didáticos

estejam em consonância com as diretrizes curriculares nacionais, além de promover práticas pedagógicas mais atualizadas.

Dentre os critérios de avaliação no PNLD, incluem-se a correção conceitual, a abordagem interdisciplinar, a estrutura gráfica, a linguagem adequada e a inclusão de outros recursos didáticos, como figuras, mapas e esquemas. Entretanto, Neto e Fracalanza (2003) observam que diferentes inadequações presentes nos livros didáticos, muitas vezes, não são identificadas durante o processo de avaliação do PNLD, o que compromete a qualidade dos materiais entregues às escolas. Entre os principais problemas destacam-se erros conceituais, linguagem inadequada à faixa etária dos estudantes, ausência de contextualização e uso de imagens pouco claras ou mal elaboradas.

O livro didático é a ferramenta que mais se sobressai na incorporação de imagens às aulas de Ciências e de Biologia. Essa fonte de leitura faz um amplo uso de imagens, sendo que, em alguns livros, essa linguagem ocupa até dois terços do espaço, apresentando uma variedade de estilos e formas (Tomio *et al.*, 2013). Nesse contexto, a Biologia é uma disciplina que recorre sistematicamente às imagens como estratégia pedagógica (Rocha; Silva, 2016).

Além disso, especificamente no ensino de Botânica, Silva (2016) demonstrou que o uso de imagens em aulas de Ciências favorece o aprendizado ao permitir a visualização de conceitos abstratos, a priorização das informações essenciais e a permanência desses elementos na memória visual do estudante, tornando-se um recurso facilitador da compreensão e da cooperação no processo de aprendizagem.

Corroborando essa visão, Pozzer-Ardenghi e Roth (2005, *apud* Coutinho *et al.*, 2010) consideram que essa linguagem visual é singularmente importante para a construção do conhecimento científico, constituindo um meio amplamente aceito no diálogo e na comunicação de aspectos da natureza e de ideias conceituais. Nessa perspectiva, Bruzzo (2004) afirma que as imagens não seriam meras ilustrações de função acessória, pois possuem carga cognitiva que auxilia a compreensão.

Nessa conjuntura, Mayer (2001) propõe a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia (TCAM). Essa teoria se fundamenta na gestão da carga cognitiva do aluno e, para Silva *et al.* (2020), busca estabelecer uma conexão mais profunda entre o imagético e o verbal, reduzindo, assim, a possibilidade de erros e contribuindo para o aprendizado do indivíduo. Embora formulada há mais de duas décadas, a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia continua sendo amplamente utilizada para

orientar a produção e avaliação de materiais educacionais. Para Mayer (2024), os princípios da aprendizagem multimídia permanecem relevantes para a elaboração de recursos visuais capazes de reduzir a carga cognitiva desnecessária e favorecer a integração entre informações verbais e visuais.

De acordo com Mayer (2001), a mente humana processa as informações verbais e visuais por diferentes canais, e estes têm capacidades limitadas. As informações visuais (extraídas de imagens, desenhos animados e textos) são processadas no canal visual. Já as informações de natureza sonora (que emitem onda sonora) são processadas no canal auditivo. O autor explica ainda que embora a mente humana trabalhe com informações de maneiras distintas, as pessoas conseguem estabelecer laços entre elas. Evidências neurocientíficas recentes corroboram esses pressupostos: estudos com eletroencefalograma (EEG) demonstram que ambientes multimídia complexos geram aumento mensurável da carga cognitiva, confirmando empiricamente os limites de capacidade dos canais de processamento propostos por Mayer (Yu *et al.*, 2024).

Na perspectiva de Coutinho *et al.* (2010), as imagens contribuem para a formação de modelos mentais que podem ser armazenados na memória de longo prazo. Contudo, a simples presença desses recursos não garante a aprendizagem, pois sua eficácia depende da forma como são organizados e integrados ao conteúdo textual. Foi justamente para orientar essa organização que Mayer (2001) propôs doze princípios para a elaboração de materiais instrucionais multimídia, organizados em três categorias, de acordo com o tipo de processamento cognitivo que afetam: redução do processamento estranho, gerenciamento do processamento essencial e promoção do processamento generativo.

Como esta pesquisa investiga a influência da carga cognitiva no processo de aprendizagem, optou-se por analisar os princípios da categoria de redução do processamento estranho, uma vez que esses princípios visam eliminar informações irrelevantes ou mal organizadas, reduzindo, assim, a carga cognitiva desnecessária, isto é, aquela que não contribui para a aprendizagem e decorre da apresentação inadequada das informações, conforme discutido por Mayer (2001).

Diante disso, esta pesquisa focou nos princípios de sinalização, contiguidade espacial e coerência. O princípio da coerência afirma que as pessoas aprendem melhor quando os elementos estranhos são retirados em vez de incluídos; o princípio da sinalização indica que a aprendizagem é melhorada quando o material possui

elementos que destacam a organização; e o princípio da contiguidade espacial defende que a aprendizagem é melhorada quando palavras e imagens correspondentes são apresentadas próximas uma da outra (Mayer, 2014, p. 279–315 *apud* Silva, 2022).

Com base nas referências anteriores, verificou-se que a relação texto-imagem, quando planejada adequadamente, contribui para o sucesso do processo de ensino-aprendizado, independentemente do conteúdo abordado. Contudo, apesar do crescente interesse pelas representações visuais no ensino de Biologia, a maior parte das pesquisas concentra-se na análise geral de livros didáticos ou em conteúdos específicos da Biologia, havendo ainda escassez de estudos voltados à avaliação do valor didático das imagens presentes em conteúdos de Botânica do Ensino Médio, especialmente à luz da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia. Nesse contexto, surge a questão central desta pesquisa: considerando o papel das ilustrações na construção e organização do conhecimento científico, de que maneira as imagens presentes em dois livros didáticos influenciam a aprendizagem dos conteúdos de Botânica pelos estudantes do Ensino Médio?

Diante desse cenário, torna-se necessário investigar não apenas a presença de imagens nos livros didáticos, mas também sua qualidade instrucional e sua capacidade de contribuir para a construção do conhecimento científico. Assim, este estudo tem como objetivo analisar o valor didático das imagens presentes nos conteúdos de Botânica de dois livros didáticos de Biologia do Ensino Médio aprovados pelo PNLD, investigando em que medida esses recursos favorecem a construção do conhecimento e atendem aos princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia.

METODOLOGIA

A presente pesquisa propõe uma análise do valor didático de imagens de Botânica em dois livros didáticos do Ensino Médio aprovados pelo PNLD. O estudo fundamenta-se na TCAM, visando compreender como os recursos visuais contribuem para a eficácia do processo de ensino-aprendizagem.

Este trabalho apresenta caráter de pesquisa quali-quantitativa por adotar uma abordagem que integra ambos os tipos de investigação. Para sua realização, foram conduzidas algumas análises; análise documental que utiliza materiais já existentes

como livros e revistas para reunir informações relevantes, análise frequencial que busca identificar quantas vezes certos elementos aparecem no material estudado o que ajuda a perceber padrões e repetições, já a análise imagética busca compreender o significado das imagens observando como elas comunicam ideias e contribuem para o aprendizado, essas análises ocorreram nos dois livros didáticos selecionados (Lakatos; Marconi, 2017).

Escolha dos livros didáticos

Para a seleção do material de coleta, utilizou-se como critério a aprovação das obras pelo PNLD nos últimos cinco anos. Dessa forma, foram analisados os livros Moderna Plus: Biologia, de Amabis e Martho (2024) (Livro A) e 360° Biologia, de Godoy e Lourenço (2024) (Livro B). As obras foram disponibilizadas pelo programa para o Ensino Médio.

Em seguida, realizou-se a análise das imagens, e todas as analisadas neste estudo estavam presentes nos capítulos dedicados à Botânica dos livros didáticos selecionados. No livro A, foram examinados dois capítulos: o 11, intitulado “A diversidade das plantas”, e o 12, intitulado “Reprodução, desenvolvimento e fisiologia das angiospermas”. Já no livro B, a análise concentrou-se também em dois capítulos: o 17, “Plantas”, e o 18, “Fisiologia vegetal”. Todos os elementos considerados imagens foram analisados, que, segundo Araújo e Fernandes (2024), a imagem pode ser entendida como uma representação visual que comunica ideias, emoções e significados e que não são expressas apenas com palavras como, desenhos, fotografias, gravuras, esquemas, tabelas, esquemas, ilustrações e gráficos.

Análise das imagens por categorias

Em seguida, as imagens observadas nesta pesquisa foram classificadas em quatro categorias definidas por Mayer (2001). Segundo o autor, as imagens presentes nos livros didáticos podem ser categorizadas da seguinte forma:

Decorativa: Trata-se de ilustrações que não acrescentam conteúdo relevante ao trecho, servindo apenas para entreter e captar a atenção do leitor. Por exemplo, a capa de abertura do capítulo 18 “Fisiologia vegetal” (Figura 1).

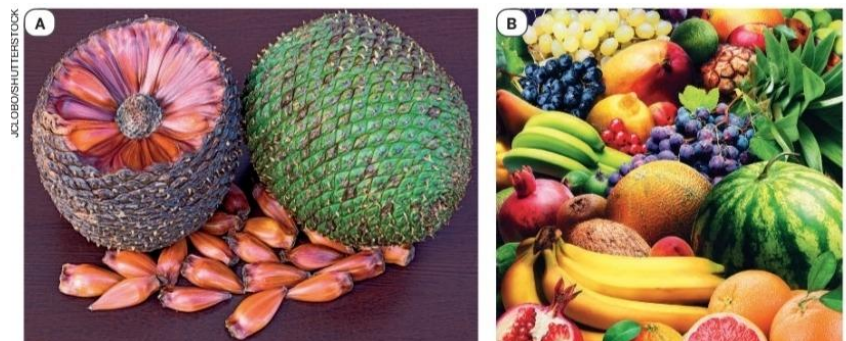
Figura 1. Exemplo de ilustração decorativa segundo Mayer (2001).



Fonte: Godoy e Lourenço, 2024, p.208.

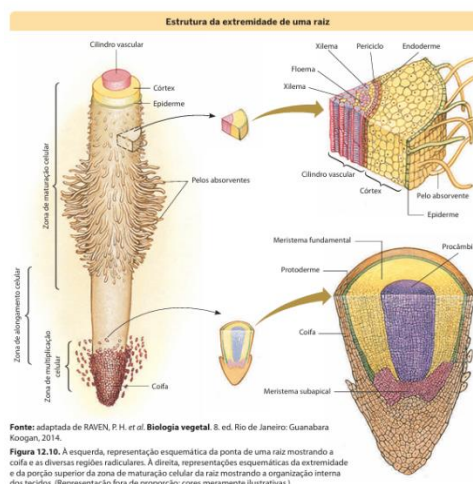
Representativa: São imagens que apresentam apenas um elemento isolado, sem a composição de cenários ou a inclusão de outros detalhes visuais que ampliem o contexto ou a compreensão da informação representada. Por exemplo, a representação da pinha de uma planta gimnosperma e de diversas frutas de plantas angiospermas (Figura 2).

Figura 2. Exemplos de imagens representativas (*sensu* Mayer, 2001)



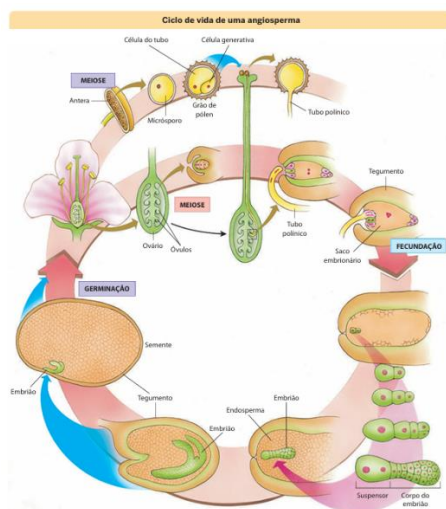
Fonte: Amabis e Martho, 2024, p.169.

Organizacional: ilustrações que representam relações entre diferentes elementos, buscando evidenciar conexões, interações ou vínculos que ajudam a compreender melhor o conteúdo do texto. Por exemplo, a representação esquemática das estruturas da extremidade da raiz (Figura 3)

Figura 3. Exemplo de imagem organizacional segundo Mayer (2001).

Fonte: Amabis e Martho, 2024, p.194.

Explicativa: imagens cujo objetivo é demonstrar, de forma visual, o funcionamento de um sistema, explicando suas etapas, componentes e como se inter-relacionam para que o todo funcione adequadamente. Por exemplo, a representação do ciclo de vida de uma planta angiosperma (Figura 4).

Figura 4. Ilustração explicativa segundo a classificação de Mayer (2001).

Fonte: Amabis e Martho, 2024, p.187.

Análise das imagens por valor didático

Após essa classificação, as imagens foram divididas em dois grupos: as consideradas com valor didático, classificadas como organizacionais e explicativas, e o grupo das imagens sem valor didático, decorativas e representacionais (Mayer, 2001). Em seguida, foi realizada a análise do valor didático destas imagens, consideradas de valor didático. Para isso, utilizou-se a Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia. No entanto, foram considerados apenas três princípios: Ensaios Pedagógicos (Sorocaba), vol.10, n.2, mai./ago. 2026, p.384-405

coerência, sinalização e contiguidade espacial. Estes foram os únicos necessários para este estudo, pelo motivo apontado na introdução.

Para o princípio da coerência, as imagens foram classificadas como adequadas quando não apresentavam elementos desnecessários, tais como antropomorfizações, estruturas ou processos alheios ao tema, nem representações excessivamente complexas. Quanto ao princípio da sinalização, consideraram-se satisfatórias as imagens que empregavam recursos visuais de destaque, como setas, cores contrastantes ou nomeações claras, a fim de direcionar a atenção do leitor para os elementos mais relevantes (Cursino; Ramos, 2016).

No caso do princípio de contiguidade espacial, assim como Coutinho *et al.* (2010), a página do livro foi dividida em quadrantes e considerada cumpridora do princípio quando a imagem e o texto ocupavam o mesmo quadrante ou, se ocupavam quadrantes diferentes, a imagem estava muito próxima do texto.

Seguindo a metodologia adotada por Coutinho *et al.* (2010), foram analisadas apenas as imagens classificadas como de valor didático, a fim de observar se cada imagem cumpre um, dois, três ou nenhum dos princípios, com base em seus critérios. Ainda, de acordo com o autor, para a tabulação dos dados, atribuiu-se a cada imagem uma pontuação de 0 a 3: imagens que não atenderam a nenhum princípio receberam 0; aquelas que contemplaram apenas um princípio, 1; imagens que atenderam a dois princípios, 2; e, por fim, as que abrangeram os três princípios, 3.

Ainda utilizando a metodologia de Coutinho *et al.* (2010), as imagens que contemplaram dois ou três dos princípios foram consideradas de baixa carga cognitiva. Conforme a teoria da carga cognitiva de Sweller (1988), as imagens presentes nos livros didáticos exigem espaço da capacidade cognitiva; assim, por exigirem pouca carga cognitiva, essas imagens estão alinhadas às capacidades cognitivas do discente. Já as imagens que não correspondem a essa capacidade cognitiva do aluno foram categorizadas como de alta carga cognitiva, ou seja, as que atingiram o valor 1 ou 0.

Após a coleta dessas informações sobre quais e quantos princípios estão presentes em cada imagem com valor didático, bem como sua classificação quanto à carga cognitiva (baixa ou alta), esses dados foram organizados e apresentados por meio de gráficos e tabelas, acompanhados de análise e discussão dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise das imagens por categorias

No livro A, foram analisadas 61 imagens e no livro B, 45. A distribuição das imagens identificadas nos dois livros analisados é apresentada na Tabela 1, organizada conforme as categorias propostas por Mayer (2001).

Tabela 1 - Porcentagens de cada tipo de imagem nos livros de Amabis & Martho e de Godoy & Lourenço.

Categorias	Amabis & Martho		Godoy & Lourenço	
	Quantidade	Percentual (%)	Quantidade	Percentual (%)
Organizacional	24	39,34%	4	8,39%
Decorativa	1	1,64%	1	2,22%
Representacional	26	42,62%	30	66,67%
Explicativa	10	16,39%	10	22,22%
Total geral	61	100 %	45	100 %

Fonte: Os autores.

Pôde-se observar que ambos os livros apresentam uma presença muito baixa de imagens classificadas como decorativas. Esse cenário é positivo, pois indica que os autores e editores demonstraram maior preocupação ao selecionar ilustrações de valor pedagógico, evitando imagens de natureza puramente estética. Conforme Scharinger (2024), as imagens decorativas tendem a elevar a carga cognitiva durante a leitura, ainda que não prejudiquem diretamente o desempenho em testes de aprendizagem. O autor argumenta que esse tipo de representação visual compete por recursos da memória de trabalho e exige mais esforço no processamento das informações, o que se alinha à Teoria da Carga Cognitiva de Sweller (1988) e ao Princípio da Coerência de Mayer (2001).

No entanto, as diferenças entre os livros analisados ficam evidentes nas categorias mais importantes para o aprendizado. No livro B, predominam imagens meramente representativas, que destacam aspectos visuais isolados, mas não ajudam o estudante a compreender as conexões conceituais entre os fenômenos e as estruturas estudados, conforme Mayer (2001). Essa prevalência é problemática porque, ao não apresentarem a estrutura da ideia transmitida, deixam aos alunos a tarefa de conectar elementos dispersos. Por isso, Coutinho *et al.* (2010) afirmam que essas imagens constituem uma carga desnecessária, ultrapassando a capacidade

cognitiva do aluno e dificultando o aprendizado ao aumentar o consumo energético cerebral do estudante.

A principal diferença entre as obras analisadas está na categoria organizacional. No Livro A, esse tipo de imagem aparece com maior frequência, indicando uma preocupação mais acentuada em representar relações entre conceitos e em organizar o conteúdo visualmente. Segundo Novak e Gowin (1984), esse tipo de representação favorece a aprendizagem significativa, ao possibilitar que os estudantes organizem o conhecimento de forma hierárquica e tornem explícitas as conexões entre os conceitos estudados.

Esse resultado está em consonância com Evagorou *et al.* (2015), que afirmam que, nas Ciências da Natureza, representações visuais, como diagramas, esquemas e modelos, atuam como objetos epistêmicos, integrando o próprio processo de produção e de construção do conhecimento científico. Ao explicitar relações, estruturas e processos frequentemente complexos ou não diretamente observáveis, essas imagens contribuem para a formação de modelos mentais mais organizados, aspecto fundamental para a compreensão dos conteúdos.

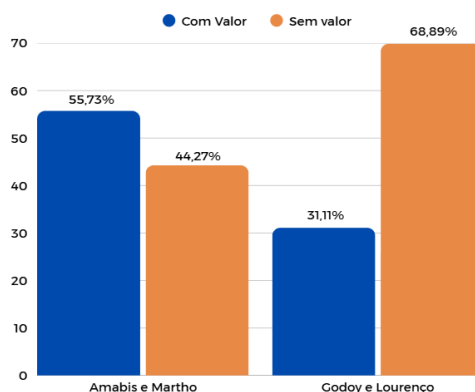
Em contraste, estudos como os de De Westelinck *et al.* (2005) indicam que, em áreas como as Ciências Sociais, a simples inserção de representações visuais nem sempre resulta em ganhos significativos de aprendizagem, uma vez que os sistemas de representação visual tendem a ser menos consensuais e mais dependentes de interpretação. Essa diferença reforça o valor instrucional das imagens organizacionais nas Ciências da Natureza, especialmente quando utilizadas para evidenciar relações conceituais e apoiar a construção do conhecimento de forma cognitivamente significativa.

Por fim, notou-se que ambas as obras apresentam uma quantidade semelhante de imagens explicativas, o que indica que reconhecem a importância desse recurso visual para apoiar a construção de conceitos, como aponta Mayer (2001). Segundo Eitel *et al.* (2013), o uso de imagens contribui para a redução do esforço cognitivo dos estudantes ao fornecer uma estrutura espacial que orienta a construção do modelo mental, tornando o processo de compreensão do conteúdo mais eficiente. Mayer (2001) também afirma que imagens explicativas facilitam a interpretação de relações de causa e efeito, a compreensão de processos biológicos e a integração de informações que seriam difíceis de compreender apenas pelo texto.

Análise das imagens por valor didático

Com os dados obtidos na tabela apresentada na Tabela 1, calculamos também a porcentagem de imagens consideradas com valor didático e sem valor didático, seguindo os tipos de imagens propostos por Mayer (2001). Para saber a porcentagem de imagens com valor didático, somamos as porcentagens das imagens explicativas e organizacionais. Para as imagens sem valor didático, somamos as frequências das imagens decorativas e representativas. No livro A, as imagens com valor didático (organizacional (39,34%) e explicativa (16,39%)) totalizaram 55,73% das imagens; as imagens sem valor didático (decorativa (1,64%) e representativa (42,62%)) totalizaram 44,27% das imagens. No livro B, as imagens com valor didático (organizacional: 8,89%; explicativa: 22,22%) totalizaram apenas 31,11% das imagens, valor inferior ao observado no livro A. As imagens sem valor didático (decorativas (2,22%) e representativas (66,67%)) somaram 68,89% das imagens analisadas, o que é superior ao livro A (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Representação das porcentagens do somatório das imagens consideradas com e sem valor didático, conforme os critérios de Mayer (2001) dos livros de Amabis & Martho e de Godoy & Lourenço.

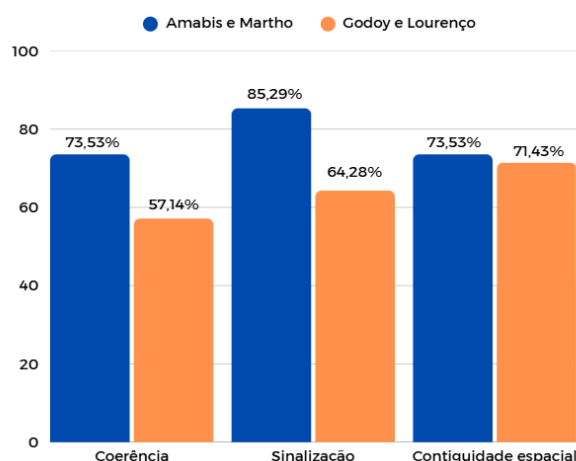


Fonte: Os autores.

Essas imagens classificadas como de valor didático devem estar em conformidade com os critérios de cada um dos princípios: coerência, sinalização e contiguidade espacial. Somente assim pudemos analisar qual a carga cognitiva necessária para o entendimento dessas imagens. No livro A, o princípio da coerência foi respeitado por 73,53% das imagens com valor didático; 85,29% estão de acordo com o princípio da sinalização; e 73,53% respeitaram o princípio da continuidade

espacial. Já no livro B, 57,14% atenderam ao princípio da coerência, 64,28% ao da sinalização e 71,43% ao da contiguidade espacial (Gráfico 2).

Gráfico 2 - Porcentagem de imagens relacionadas à Botânica nos livros didáticos de Amabis & Martho e de Godoy & Lourenço conforme os princípios da aprendizagem multimídia de Mayer (2001).



Fonte: Os autores.

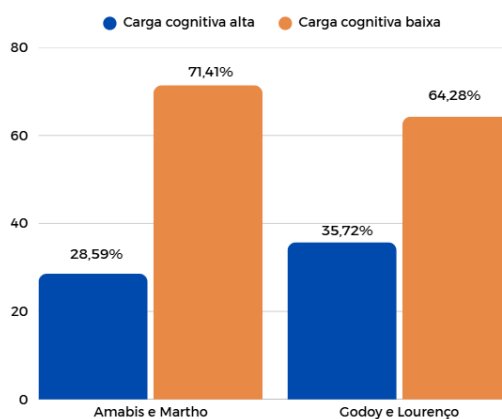
As figuras que estavam de acordo com o princípio da coerência em ambos os livros representaram mais de 55% das imagens, um número pouco expressivo segundo Coutinho *et al.* (2010). No caso do livro A, o índice foi superior a 70%, o que evidencia maior cuidado na elaboração das imagens. Para Cursino e Ramos (2016), esse resultado evidencia a preocupação dos autores em selecionar imagens que não contenham informações desnecessárias ou distratoras, o que favorece a clareza e a compreensão do conteúdo. Quando bem elaboradas, as figuras potencializam a atenção do aluno e contribuem efetivamente para o processo de ensino-aprendizagem (Belmiro, 2020).

Quanto ao princípio da contiguidade espacial, os dois livros apresentaram valores muito próximos, o que indica que mais da metade das imagens com valor didático estava posicionada de forma inadequada. Em muitos casos, elas apareciam distantes do texto que lhes correspondia, seja na mesma página (logo após o texto) ou até mesmo na página seguinte. Essa distância entre a imagem e a explicação pode dificultar a compreensão imediata do conteúdo pelo aluno. Mayer (2001) ressalta que a proximidade entre o texto e a imagem favorece a integração das informações, facilitando a aprendizagem.

No caso do princípio da sinalização, em ambos os livros, mais da metade das imagens apresenta sinalização no texto. Esse dado é relevante, pois, conforme Meyer (2001), quando esse princípio é seguido, os alunos têm melhor aprendizado e compreensão do texto, e isso só é possível quando, no texto e na imagem, há essa sinalização, que pode ser por meio de frases indicando a imagem a ser observada ou por meio do número da figura. São esses elementos que direcionam o aluno para o local mais relevante no momento da explicação do texto e facilitam a memorização e a compreensão de maneira mais fácil (Cursino; Ramos, 2016). No entanto, apesar de ambos os livros apresentarem mais da metade das imagens com sinalização, o livro A se sobressai, pois possui sinalização tanto no texto quanto nas imagens, enquanto no livro B há sinalização apenas no texto.

Como citado na metodologia, a classificação da imagem como de carga cognitiva alta ou baixa dependerá da quantidade de princípios a que cada imagem atende. No livro A, 71,41% das imagens atenderam a dois ou três dos princípios. Já no livro B, 64,28% estavam de acordo com pelo menos dois princípios, como se observa no gráfico 3.

Gráfico 3 - Gráfico que apresenta a porcentagem de imagens com carga cognitiva alta e baixa, conforme o método de Coutinho *et al.* (2010).



Fonte: Os autores.

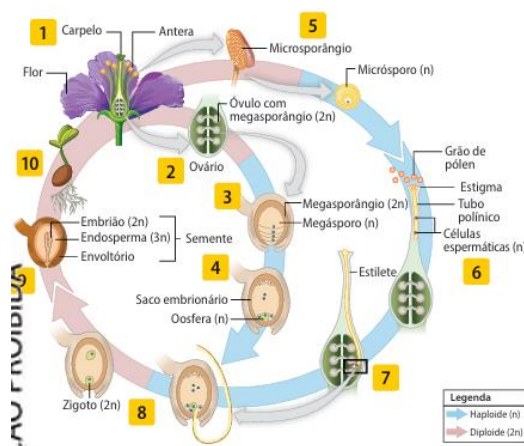
De acordo com o gráfico 3, mais de 60% das imagens classificadas como de valor didático nos livros analisados apresentam carga cognitiva baixa, o que é ideal para os alunos, pois favorece a compreensão e reduz o risco de sobrecarga mental durante a aprendizagem. Nesse sentido, Paivio (1991) já apontava, por meio da Teoria do Duplo Código, que a assimilação equilibrada entre informações verbais e visuais

potencializa a memorização e a aprendizagem. Assim, observa-se que a maioria das imagens dos livros analisados contribui de maneira efetiva para a assimilação dos conteúdos, respeitando os limites cognitivos do estudante; não obstante, quanto maior essa porcentagem, maior será a contribuição para a aprendizagem.

Segundo Mayer e Galling (1990, *apud* Cursino e Ramos, 2016), tanto o espaço disponível no livro didático quanto a capacidade cognitiva dos alunos são limitados. Sendo assim, editores e autores devem considerar esses aspectos. Nos dois livros analisados, observou-se que esse limite de espaço foi, de certa forma, bem explorado. No entanto, o livro A apresentou maior frequência de imagens de baixa carga cognitiva, em contraste com o livro B, o que demonstra maior preocupação com as limitações dos estudantes.

As imagens analisadas nos dois livros, em sua maioria, as classificadas com carga cognitiva alta, não foram incluídas nessa categoria por apresentarem erros no conteúdo imagético da Botânica. A razão principal reside em falhas no design instrucional: essas representações apresentam muitos processos ou etapas em uma mesma imagem, o que dificulta a observação e a compreensão por parte dos alunos. Um exemplo disso está representado na Figura 5, extraída do livro B, na qual, para ilustrar o ciclo de vida das angiospermas, os autores dividem a explicação em 10 etapas. Além disso, para que essa mesma imagem seja compreendida, os autores recorrem a um texto explicativo como legenda, o que demonstra que, neste caso, a imagem não é autoexplicativa.

Figura 5. Representação do ciclo de vida das angiospermas



Fonte: Godoy e Lourenço, 2024, p.204.

Para resolver esses problemas, Cursino e Ramos (2016) defendem que a avaliação dos livros didáticos seja mais atenta, aproveitando adequadamente o espaço entre o texto e a imagem, sem comprometer a compreensão do aluno durante a leitura. A criação das imagens deve seguir critérios cuidadosos e alinhados aos princípios da TCAM. Entretanto, deve-se lembrar que imagens bem elaboradas, por si só, não eliminam as dificuldades do aprendizado nem resolvem todos os problemas presentes nos livros didáticos, embora contribuam de forma relevante para o processo educativo.

Embora os resultados obtidos tenham permitido identificar diferenças relevantes no valor didático das imagens analisadas, este estudo apresenta algumas limitações. Primeiramente, a amostra analisada foi composta por apenas dois livros didáticos de Biologia aprovados pelo PNLD, restringindo-se aos capítulos de Botânica, o que impede extrapolações para a totalidade das coleções didáticas disponíveis no país. Além disso, a classificação das imagens e a avaliação de seu valor didático foram realizadas com base em critérios teóricos previamente estabelecidos, os quais, embora amplamente fundamentados na literatura, envolvem certo grau de interpretação do pesquisador.

Também não foram conduzidos estudos empíricos com estudantes ou professores para verificar se as diferenças observadas nas imagens se refletem efetivamente em ganhos de aprendizagem ou em alterações na carga cognitiva durante o processo de estudo. Por fim, a análise contemplou apenas três princípios da Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, não abrangendo outros princípios que podem contribuir para uma compreensão mais ampla da qualidade instrucional dos materiais didáticos.

Contudo, tais limitações não reduzem a relevância dos resultados obtidos. Pelo contrário, o estudo oferece um diagnóstico inicial sobre a qualidade instrucional das imagens presentes em conteúdos de Botânica, evidenciando aspectos que podem favorecer ou dificultar a aprendizagem e contribuindo para a ampliação das discussões sobre o papel dos recursos visuais no ensino de Biologia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nosso estudo apontou para uma grande predominância de imagens sem valor didático em um dos livros analisados. No livro de Godoy e Lourenço, a maioria das imagens analisadas (68,89%) não apresenta valor didático. Muitos desses recursos

não ajudam a organizar o conhecimento e acabam por aumentar a carga cognitiva, dificultando a compreensão dos conceitos botânicos pelos estudantes. Além disso, 35,72% das imagens consideradas didáticas ainda apresentam alta carga cognitiva, o que mostra que, mesmo sendo relevantes, muitas vezes são apresentadas de forma complexa, fragmentada ou confusa, exigindo mais esforço mental para serem compreendidas.

Em contraste, a análise do livro de Amabis e Martho demonstrou um desempenho melhor em ambos os aspectos, atingindo apenas 44,27% de imagens sem valor didático e 28,59% com carga cognitiva alta. Isso demonstra que a maioria das imagens relevantes em Amabis e Martho está bem planejada para auxiliar a compreensão, sem sobrecarregar a memória do aluno, tornando-o uma melhor opção de material didático no que tange aos critérios de design instrucional, conforme os princípios de Mayer (2001) e a gestão da carga cognitiva.

Essa diferença revela que a escolha do material didático tem impacto direto na redução da carga cognitiva desnecessária e, conseqüentemente, no sucesso da aprendizagem. Os resultados desta pesquisa reforçam a importância de que professores conheçam métodos e critérios de avaliação das imagens presentes nos materiais didáticos, permitindo tanto selecionar obras mais adequadas quanto identificar limitações em livros já adotados, a fim de ponderar a melhor forma de utilizá-los em sala de aula.

Recomenda-se, ainda, que autores e editoras priorizem a elaboração de imagens organizacionais e explicativas, assegurando o cumprimento dos princípios de coerência, sinalização e contigüidade espacial. Já que a eliminação de elementos de baixa relevância, a clareza na representação de estruturas e processos biológicos e a adequada proximidade entre o texto e a imagem são aspectos essenciais para favorecer a aprendizagem significativa e minimizar a sobrecarga cognitiva dos estudantes.

Por fim, sugere-se que pesquisas futuras explorem essa abordagem em outros conteúdos de Biologia e em diferentes níveis de ensino. Além disso, vale considerar estudos que avaliem como professores e estudantes percebem o uso de imagens nos livros didáticos, o que pode contribuir para aprimorar continuamente os materiais e as práticas pedagógicas.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Moderna Plus: Biologia**. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2024. 570 p.

ARAUJO, Tatiana Maria Soares; FERNANDES, Hylío Laganá. (Inter)faces, perspectivas e linguagens imagéticas: a genealogia e os paradigmas da imagem a partir da semiótica. **Revista Brasileira de Sociologia**, v. 12, 2024.

BELMIRO, A. B.: A imagem e suas formas de visualidade nos livros didáticos de Português. **Revista Educação e Sociedade**, ano XXI. Nº. 72. Agosto de 2020. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/es/a/cyzHV8Vj4WkvKc7RC4G69DS/?format=pdf>. Acesso em: 15 set. 2025

BEL MARTÍNEZ, Juan Carlos; COLOMER RUBIO, Juan Carlos; VALLS MONTÉS, Rafael. Alfabetización visual y desarrollo del pensamiento histórico: actividades con imágenes en manuales escolares. **Educación XX1**, [S. l.], v. 22, n. 1, p. 353-374, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5944/educxx1.20008>. Disponible en:

<https://revistas.uned.es/index.php/educacionXX1/article/view/20008>. Acesso em: 18 dez. 2025.

BRUZZO, Cristina. Biologia: educação e imagens. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 25, n. 89, p. 1359-1378, dez. 2004. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/es/a/Z78kRfh8TvtT83RPbbSBFrN/?lang=pt>. Acesso em: 17 set. 2025.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; GIL-PEREZ, Daniel. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011. 127 p. (Questões da nossa época, v. 28) ISBN: 9788524917257.

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**, Belo Horizonte, v. 10, n. 3, p. 1–18, 2010.

CURSINO, João Paulo Alves; RAMOS, Denise de Amorim. As imagens dos livros didáticos no ensino de Biologia: uma metodologia de compreensão e análise para o processo de aprendizagem no conteúdo de Bioquímica. Desafios – **Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, Palmas, v. 3, n. 2, p. 99–114, 2016.

DE WESTELINCK, Katrien; VALCKE, Martin; DE CRAENE, Brigitte; KIRSCHNER, Paul A. "Multimedia learning in social sciences: limitations of external graphical representations", **Computers in Human Behavior**, v. 21, n. 4, p. 555–573, 1 jul.

2005. DOI: 10.1016/J.CHB.2004.10.030. Disponível em:

https://dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/12704/kirschner_05_multimedia_learning_social_sciences_limitations_external.pdf?sequence=1.

EITEL, Alexander; SCHEITER, Katharina; SCHÜLER, Anne; NYSTRÖM, Marcus; HOLMQVIST, Kenneth. How a picture facilitates the process of learning from text: evidence for scaffolding. **Learning and Instruction**, [S. l.], v. 28, p. 48-63, 2013.

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.05.002>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959475213000443>. Acesso em: 18 dez. 2025.

EVAGOROU, Maria; ERDURAN, Sibel; MÄNTYLÄ, Terhi. The role of visual representations in scientific practices: from conceptual understanding and knowledge generation to 'seeing' how science works. **International Journal of STEM Education**, London, v. 2, n. 11, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40594-015-0024-x>. Disponível em: <https://ijstem.springeropen.com/articles/10.1186/s40594-015-0024-x>. Acesso em: 5 nov. 2025.

GODOY, Leandro Pereira de; LOURENÇO, Geovana Caldeira. **360° Biologia: ensino médio: volume único**. 1. ed. São Paulo: FTD, 2024. 544 p.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Metodologia do trabalho científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LIMA, Ian Narciso Rocha. **O corpo humano no livro didático de biologia e ciências: Uma análise sobre suas representações**. 2018. 126 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) –Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/192256>. Acesso em: 29 out. 2025.

MAYER, Richard Ernst. **The Past, Present, and Future of the Cognitive Theory of Multimedia Learning**. *Educational Psychology Review*, 2024.

MAYER, Richard Ernst. **Multimedia learning**. Cambridge; New York : Cambridge University Press, 2001.

MUNAKATA, Kazumi. O livro didático como mercadoria. **Pro-Posições**, Campinas, SP, v. 23, n. 3, p. 51-66, set./dez. 2012. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pp/a/9zhGQRDGBZ8FmWXpdNVNxpbl/>. Acesso em: 26 set. 2025.

NETO, Jorge Megid; FRACALANZA, Hilário. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 147–157, 2003

NOVAK, Joseph D.; GOWIN, D. Bob. *Aprendiendo a aprender*. Traducción de Juan M. Campanario e Eugenio Campanario. 15. ed. Barcelona: **Ediciones Martínez Roca**, 1988.

PAIVIO, Allan. Dual coding theory: retrospect and current status. **Canadian Journal of Psychology**, v. 45, n. 3, p. 255–287, 1991.

PINHEIRO, Regiane Machado de Sousa; ECHALAR, Adda Daniela Lima Figueiredo; QUEIROZ, José Rildo de Oliveira. As políticas públicas de livro didático no Brasil: editais do PNLD de Biologia em questão. **Educar em Revista**, v. 37, p. e81261, 2021.

ROCHA, Simone José Maciel da; SILVA, Edson Pereira da. Cegos e Aprendizagem de Genética em Sala de Aula: Percepções de Professores e Alunos. **Revista Brasileira de Educação Especial, Marília**, v. 22, n. 4, p. 589-604, out./dez. 2016.

SCHARINGER, Christoph. Task-irrelevant decorative pictures increase cognitive load during text processing but have no effects on learning or working memory performance: an EEG and eye-tracking study. **Psychological Research**, v. 88, n. 4, p. 1362-1388, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00426-024-01939-8>. Acesso em: 05 nov. 2025.

SILVA, Amanda Bezerra da. **Análise de ilustrações para o ensino de botânica em livros didáticos utilizados no Maciço de Baturité, Ceará, Brasil**. 2022. 28 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas) — Instituto de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção-Ceará, 2022.

SILVA, Franceline Euzebio Gomes da; SILVA, Angelina Xavier; SILVA, Renato Amorim da; SILVA, Anderson Thiago Monteiro da; NEVES, Ricardo Ferreira das. Análise de ilustrações do ensino de Biologia no Exame Nacional do Ensino Médio à luz da Teoria Cognitivista da Aprendizagem Multimídia. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 26, p. 1–14, 2020.

SILVA, Matheus Vieira da Silva; PRAZERES, Jonatas Alécio dos. A temática “algas” em livros didáticos do ensino fundamental: uma análise teórica e imagética segundo o modelo da carga cognitiva e da teoria da memória operacional. **Biodiversidade**, Rondonópolis, v.19, n.1, p. 162-173, 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/10002>. Acesso em: 29 out. 2025.

SILVA, Rená Manoel de Sousa. **O “Reino das plantas” nos livros didáticos de Ciência: Análise das imagens**. 2016. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) –Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-11042017-113338/pt-br.php>. Acesso em: 29 out. 2025.

SWELLER, John. Cognitive load during problem solving: effects on learning. **Cognitive Science**, Hillsdale, v. 12, n. 2, p. 257–285, 1988

TOMIO, Daniela; GRIMES, Camila; RONCHI, Daniela Luiza; PIAZZA, Franciele; REINICKE, Karine; PECINI, Vanessa. As imagens no ensino de ciências: o que dizem os estudantes sobre elas? **Caderno Pedagógico**, [S.l.], v. 10, n. 1, 2013. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/1210>. Acesso em: 26 set. 2025

YU, S.; TIAN, L.; WANG, G.; NIE, S. Which ERP components are effective in measuring cognitive load in multimedia learning? A meta-analysis based on relevant studies. *Frontiers in Psychology*, v. 15, e1401005, set. 2024.
DOI: 10.3389/fpsyg.2024.1401005

Recebido em: 10.05.2026

Aprovado em: 10.08.2026