

UMA ANÁLISE DO CONCEITO DE MATÉRIA E SUBSTÂNCIA REPRESENTADO NAS IMAGENS DE LIVROS DIDÁTICOS DE CIÊNCIAS APROVADOS PELO PNLD 2024/2027, FUNDAMENTADA NA TEORIA DE MAYER

Kassielly Raimunda Dias da Silva¹

Viviane Barbosa da Silva Paiva²

Sheilla Dayanne Dias da Silva³

RESUMO

As imagens desempenham um papel crucial na abordagem de conteúdos científicos, especialmente os abstratos, comuns no ensino de Química, sendo amplamente utilizadas em livros didáticos. Contudo, observa-se que algumas propostas visuais nesses materiais não são adequadas, apresentando elementos que reforçam ou criam dificuldades na compreensão dos conceitos, podendo gerar obstáculos epistemológicos. A análise foi fundamentada na Teoria Cognitivista da Aprendizagem Multimídia, de Mayer, que oferece princípios para avaliar o valor instrucional de imagens. Foram examinados 14 livros didáticos, dos quais 13 abordaram o conceito de matéria e substância. Apesar da quantidade limitada de imagens nesses livros, constatou-se que, na maioria dos casos, as imagens analisadas apresentaram Valor Didático. Todavia, alguns desvios imagéticos foram identificados, sugerindo o potencial para interpretações equivocadas ou inadequadas dos conceitos apresentados. Os resultados reforçam a importância de uma análise criteriosa e fundamentada na seleção de imagens para o ensino de conceitos científicos, especialmente nos livros didáticos, visto que essas imagens podem tanto potencializar quanto dificultar o aprendizado. Este trabalho contribui para a reflexão sobre a utilização mais eficiente de imagens didáticas, alinhadas aos princípios da teoria de Mayer, com vistas a aprimorar o processo de ensino e aprendizagem no contexto do Ensino de Ciências.

Palavras-chave: matéria e substância, imagem, livro didático.

INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências, especialmente no componente curricular de Química, apresenta desafios significativos relacionados à abstração dos conteúdos. Conceitos como matéria e substância, embora fundamentais, muitas vezes exigem do estudante uma capacidade de representação que vai além do texto verbal. Nesse contexto, as imagens assumem um papel central como recurso didático, atuando como mediadoras entre o conhecimento científico e a compreensão dos alunos. Elas contribuem para a construção

¹ Doutoranda em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, kassiellydias8@gmail.com;

² Mestra em Ensino das Ciências pelo Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, vivianebsp@hotmail.com;

³ Graduada em Licenciatura em Ciências da Natureza pela Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, sheilladayanne@hotmail.com;



de significados, facilitam a visualização de fenômenos invisíveis ao olhar humano e promovem a aprendizagem significativa ao integrar elementos visuais e conceituais.

Apesar de sua relevância, o uso de imagens nos livros didáticos nem sempre é pautado por critérios pedagógicos claros. Muitas vezes, essas representações visuais são inseridas de forma decorativa ou apresentam inconsistências que dificultam a compreensão dos conceitos científicos. A análise crítica dessas imagens torna-se, portanto, essencial para garantir que cumpram sua função instrucional e não reforcem obstáculos epistemológicos. Considerando que os livros didáticos são uma das principais fontes de conteúdo para professores e estudantes, especialmente nas escolas públicas, investigar a qualidade e o valor didático das imagens neles presentes é uma tarefa urgente e relevante.

Este trabalho tem como objetivo avaliar o valor didático das imagens relacionadas aos conceitos de matéria e substância presentes em livros didáticos de Ciências aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) 2024/2027. A análise será fundamentada na Teoria Cognitivista da Aprendizagem Multimídia, proposta por Richard Mayer, que oferece princípios para o uso eficaz de recursos visuais no processo de ensino-aprendizagem. Essa teoria considera como os alunos processam informações verbais e visuais simultaneamente, propondo diretrizes como coerência, sinalização, segmentação e redundância para otimizar a aprendizagem.

A estrutura deste trabalho está organizada da seguinte forma: inicialmente, apresenta-se o referencial teórico que fundamenta a análise, com destaque para os princípios da teoria de Mayer e os conceitos de matéria e substância no ensino de Ciências. Em seguida, descreve-se a metodologia adotada para a seleção e análise das imagens. Posteriormente, são discutidos os resultados obtidos a partir da avaliação dos livros didáticos, com destaque para os casos de imagens com alto valor didático e os desvios imagéticos identificados. Por fim, são apresentadas as implicações pedagógicas e as considerações finais do estudo.

REFERENCIAL TEÓRICO

A Teoria Cognitivista da Aprendizagem Multimídia (TCAM), desenvolvida por Richard Mayer em 2001, parte do pressuposto de que os estudantes aprendem de forma



mais eficaz quando combinam informações verbais (texto ou fala) com representações visuais (imagens, diagramas, animações). Essa abordagem está fundamentada em três suposições principais: a existência de dois canais de processamento (visual e verbal), a limitação da capacidade de processamento de cada canal e a necessidade de esforço ativo para construir conhecimento significativo.

Mayer (2001) propôs diversos princípios que orientam o uso eficiente de recursos multimídia no ensino, saber:

- Segmentação: dividir o conteúdo em partes menores e controláveis, permitindo que o aluno processe as informações em etapas.
- Coerência: eliminar elementos irrelevantes ou distrativos, como imagens decorativas ou textos supérfluos.
- Sinalização: destacar visualmente os elementos mais importantes, facilitando a atenção e a compreensão.
- Redundância: evitar a apresentação simultânea de texto escrito e narração idêntica, pois isso pode sobrecarregar o canal verbal.
- Contiguidade espacial e temporal: apresentar texto e imagem próximos no espaço e tempo, favorecendo a integração das informações.

Esses princípios têm sido amplamente aplicados no contexto educacional, especialmente na produção de materiais didáticos e recursos digitais. Ao considerar como os alunos processam e organizam a informação, a teoria de Mayer oferece subsídios para a criação de conteúdos mais eficazes, que respeitam os limites cognitivos e promovem a aprendizagem significativa.

No caso dos livros didáticos, a aplicação desses princípios é essencial para garantir que as imagens não apenas ilustrem o conteúdo, mas contribuam efetivamente para sua compreensão. Imagens bem planejadas, alinhadas aos princípios da teoria, podem facilitar a construção de modelos mentais, reduzir ambiguidades e promover conexões entre o conhecimento prévio e os novos conceitos. Por outro lado, imagens mal elaboradas ou descontextualizadas podem gerar confusão, dificultar a aprendizagem e reforçar concepções alternativas equivocadas.

Conceitos de Matéria e Substância no Ensino de Ciências



Os conceitos de matéria e substância são fundamentais no ensino de Ciências, especialmente na Química, sendo introduzidos desde os anos iniciais do Ensino Fundamental (Bellas, *et al.*, 2018). Segundo o Brasil Escola (s.d) a matéria é geralmente definida como tudo aquilo que possui massa e ocupa lugar no espaço, enquanto a substância refere-se a um tipo específico de matéria com composição química definida e propriedades características.

Do ponto de vista didático, essas definições exigem uma abordagem cuidadosa, pois envolvem níveis de abstração que nem sempre são acessíveis aos estudantes. A distinção entre matéria e substância, por exemplo, pode ser obscurecida por imagens que representam objetos cotidianos sem contextualização química, levando os alunos a confundirem substância com produto ou objeto.

Entre as dificuldades conceituais mais comuns estão principalmente: a confusão entre substância e mistura; a associação de matéria apenas com objetos sólidos visíveis; a dificuldade em compreender propriedades físicas e químicas como critérios de classificação (Bellas, *et al.*, 2018).

Essas dificuldades podem estar relacionadas a obstáculos epistemológicos, tal como colocado por Bachelard (1996) que são barreiras cognitivas e conceituais que impedem a compreensão adequada dos conceitos científicos. Tais obstáculos podem ser reforçados por representações visuais inadequadas, que não respeitam os níveis de abstração exigidos ou que apresentam analogias equivocadas.

Sendo assim, é fundamental que as imagens utilizadas nos livros didáticos sejam cuidadosamente selecionadas e contextualizadas, de modo a favorecer a construção de significados corretos e evitar interpretações errôneas (Neves, *et al.*, 2016). A análise dessas imagens, à luz da Teoria de Mayer, permite identificar quais recursos visuais contribuem para a aprendizagem e quais podem representar entraves ao desenvolvimento do pensamento científico.

METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza qualitativa e caráter documental (Severino, 2007), com o objetivo de avaliar o valor didático das imagens



presentes em livros de Ciências do 9º ano aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para o ciclo 2024/2027. Para Perovano e Amaral (2023) a relevância desse corpus justifica-se pela centralidade do livro didático como recurso pedagógico no Ensino Fundamental.

Seleção do Material e Corpus

Foram selecionadas 14 coleções de livros didáticos de Ciências destinadas aos anos finais do Ensino Fundamental, todas aprovadas pelo PNLD vigente. O critério de inclusão para a análise imagética foi a abordagem explícita dos conceitos de matéria.

Dentre os 14 livros examinados, 13 continham imagens relacionadas a esses conceitos, constituindo o corpus final de análise. As coleções analisadas incluem títulos como ARARIBÁ CONECTA - CIÊNCIAS, CIÊNCIAS NATURAIS - APRENDENDO COM O COTIDIANO, SUPERAÇÃO! CIÊNCIAS (Editora Moderna), #SOU + CIÊNCIAS (Editora Scipione), JORNADAS: NOVOS CAMINHOS – CIÊNCIAS (Saraiva Educação) e TELÁRIS ESSENCIAL: CIÊNCIAS (Editora Ática).

Critérios de Análise

A análise das imagens foi fundamentada na Teoria Cognitivista da Aprendizagem Multimídia (TCAM), de Richard Mayer, que postula a existência de canais de processamento distintos (visual e verbal) e a limitação da capacidade de processamento cognitivo

Procedimentos de Classificação e Avaliação

O procedimento metodológico envolveu duas etapas principais de classificação das imagens encontradas relacionadas a Matéria e Substância

Classificação Categórica (Valor Didático vs. Sem Valor Didático):

Inicialmente, as imagens foram classificadas de acordo com as quatro categorias de Mayer (2001):

- **Decorativas (D):** Ilustrações que servem para entreter o leitor, mas não adicionam informação relevante ao conceito.
- **Representacionais (R):** Ilustrações que representam um único elemento (ex.: a estrutura básica de uma célula ou a foto de um objeto).
- **Organizacionais (O):** Ilustrações que demonstram relações entre elementos ou partes constituintes do objeto de estudo.

- **Explicativas (E):** Ilustrações que explicam como um sistema ou processo funciona

As imagens D e R foram classificadas como **Sem Valor Didático**. As imagens O e E, por sua vez, foram consideradas **Com Valor Didático (VD)**, pois acrescentam significado ao conteúdo e representam relações ou explicam o funcionamento de um sistema.

Análise dos Desvios e Carga Cognitiva:

Apenas as imagens classificadas como **Com Valor Didático (O e E)** foram submetidas à análise detalhada com base nos princípios PC, PS e PCE. As imagens VD foram consideradas **satisfatórias** (não apresentando desvio multimídia) ou **insatisfatórias** (apresentando desvio multimídia) em relação a cada um dos três princípios.

Na pesquisa sobre Matéria, essa análise permitiu categorizar as imagens VD em três grupos:

- **Imagens com alto valor didático:** Alinhadas aos recursos cognitivos do aluno (análogas à **carga cognitiva baixa**), respeitando os princípios teóricos.
- **Imagens neutras:** Não potencializam nem comprometem o entendimento.
- **Imagens com desvios imagéticos:** Podem gerar interpretações equivocadas ou dificultar a compreensão (análogas à carga cognitiva alta).

Os dados foram coletados em fichas analíticas onde foram registrados a descrição da imagem, o conceito abordado, a avaliação segundo os princípios de Mayer e comentários sobre possíveis implicações pedagógicas. Este procedimento permitiu a identificação de padrões e fragilidades na representação visual dos conceitos de matéria e substância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise das imagens presentes nos livros didáticos de Ciências do 9º ano aprovados pelo PNLD 2024/2027, relacionadas aos conceitos de matéria e substância, revelou padrões de uso visual e desvios que impactam diretamente a carga cognitiva e o potencial de aprendizagem dos estudantes. A investigação baseou-se nos princípios de Mayer (Coerência, Sinalização e Contiguidade Espacial), buscando minimizar o processamento estranho (carga cognitiva supérflua) e promover o processamento generativo.



Dos 14 livros didáticos de Ciências examinados, 13 coleções abordaram os conceitos de matéria e substância com o apoio de imagens. No entanto, a quantidade de representações visuais diretamente relacionadas a esses conceitos abstratos foi limitada. Em média, foi observada a presença de apenas 2 a 4 imagens específicas sobre o tema em cada obra.

Esta baixa quantidade de representações imagéticas pode indicar uma abordagem ainda tímida por parte dos materiais, considerando a complexidade e a abstração inerente aos conteúdos de Química. A variação na distribuição dessas imagens entre as diferentes unidades temáticas também pode afetar a continuidade da aprendizagem, exigindo uma articulação constante entre texto e imagem.

Valor Didático das Imagens e o Alinhamento com a TCAM

A classificação das imagens, conforme as categorias propostas por Mayer (2001), demonstrou que a maioria das representações analisadas apresentou Valor Didático (VD) satisfatório. Imagens com VD correspondem às categorias Organizacionais (O), que demonstram relações entre elementos, e Explicativas (E), que explicam o funcionamento de um sistema ou processo. Essas imagens acrescentam significado ao conteúdo e são cruciais para a memória cognitiva.

As imagens classificadas como VD satisfatório geralmente seguiram os princípios da TCAM para a redução da carga cognitiva supérflua:

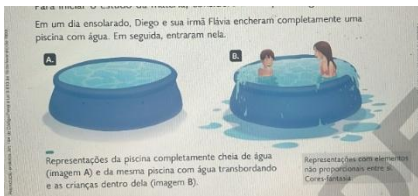
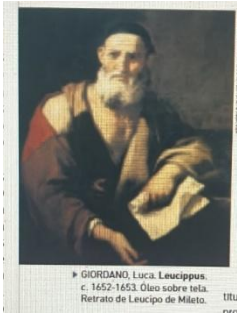
- **Princípio da Sinalização:** O recurso visual foi empregado para destacar propriedades das substâncias. O princípio de sinalização afirma que o aluno aprende melhor quando guias visuais orientam o foco para o material relevante.
- **Princípio da Coerência:** Houve um esforço em evitar elementos decorativos ou distrativos, garantindo que o material irrelevante fosse suprimido.
- **Princípio da Contiguidade Espacial:** As imagens respeitaram a contiguidade, posicionando o texto explicativo próximo à imagem.

Utilizando a Matéria como exemplo separamos oito livros didáticos que trouxeram uma imagem junto com a definição de Matéria e apresentaram imagens analisadas com VD satisfatório seguindo os princípios da TCAM para a redução da carga cognitiva supérflua, classificamos essas imagens na **Tabela 01**.

Tabela 01 – Exemplos de imagens com Valor Didático.

EXEMPLO DE LIVRO DIDÁTICO	IMAGEM	PRINCÍPIO TCAM OBSERVADO
---------------------------	--------	--------------------------



Araribá Conecta		Princípio da Coerência.
Superação!		Princípio da Sinalização; Princípio da Sinalização.
#Sou + Ciências		Princípio da Sinalização; Princípio da Sinalização.
Jornadas: Novos Caminhos – Ciências		Princípio da Contiguidade Espacial.
A Conquista Ciências		Princípio da Coerência; Princípio da Sinalização.
Ciências Vida & Universo		Princípio da Sinalização.



Geração Alpha Ciências		Princípio da Sinalização.
Universo Das Descobertas Ciências Universo Da Literatura		Princípio da Sinalização

Fonte: Dados da Pesquisa

Outra questão observada no que tange exemplos de eficácia, foram destacadas as imagens que representaram partículas em diferentes estados físicos com legendas claras, bem como as representações de substâncias puras e misturas com ênfase em suas propriedades físicas e químicas.

Desvios Imagéticos e Implicações Conceituais

Apesar da prevalência de imagens com VD, foram identificados desvios imagéticos que sugerem o potencial para gerar interpretações equivocadas ou dificultar a compreensão dos conceitos. Tais desvios configuram recursos visuais com potencial de carga cognitiva alta, que exigem do aluno um processamento supérfluo. Os principais problemas conceituais reforçados por desvios incluem:

1. **Ambiguidade Conceitual:** O uso de representações ambíguas de objetos cotidianos como exemplos de substância, sem explicitar sua composição química.
2. **Confusão entre Matéria e Substância:** Imagens genéricas que não conseguem distinguir claramente substância de mistura, perpetuando a confusão conceitual.
3. **Analogias Inadequadas:** Utilização de analogias visuais inadequadas, como o uso de alimentos ou produtos comerciais para ilustrar conceitos científicos sem a devida contextualização, o que pode levar o estudante a confundir substância com produto industrial.

Contiguidade e a Carga Cognitiva Supérflua

A análise detalhada de imagens didáticas estáticas, como as utilizadas para o conceito de célula (um conceito igualmente complexo e abstrato) realizados por Neves (2016), demonstrou que o Princípio da Contiguidade Espacial (PCE) está entre os



critérios mais frequentemente violados. Embora o estudo sobre Matéria e Substância tenha apontado uma aplicação satisfatória na maioria dos casos, a discussão sobre o PCE merece atenção, pois sua violação está diretamente ligada à carga cognitiva supérflua.

O PCE exige que palavras e imagens correspondentes sejam apresentadas o mais próximo possível uma da outra na página (no mesmo quadrante ou lado a lado). A violação ocorre quando há distância física entre a ilustração e seu texto explicativo. Quando isso acontece, o leitor precisa usar recursos cognitivos para uma busca visual (ir e vir entre o texto verbal e a imagem) desnecessária, o que consome recursos na memória operacional.

No estudo realizado por Coutinho *et al.*, (2016), por exemplo, observou-se que a violação do PCE era comum quando os autores utilizavam imagens grandes ou desproporcionais para facilitar a percepção de estruturas complexas, o que acabava deslocando o texto explicativo para outra página ou quadrante não proximal, dificultando a retenção da informação. É crucial que os elaboradores dos livros observem essa relação para garantir que o leitor possa observar a imagem e fazer a leitura sem precisar deslocar as páginas.

De forma semelhante, o estudo de Silva *et al.*, (2024) analisou 12 livros didáticos de Ciências utilizados no Ensino Fundamental II da rede municipal do Recife e constatou que, embora 79% das imagens relacionadas ao conteúdo de reações químicas apresentem valor didático, muitas ainda carecem de adequações quanto à clareza, relevância e articulação com o texto."

A identificação de desvios relacionados ao Princípio da Sinalização também é relevante, visto que a falta de destaques nítidos ou a ausência de nomeação de elementos relevantes de modo destacado torna a imagem não satisfatória, prejudicando a seleção e organização na memória operacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve como objetivo analisar o Valor Didático (VD) das imagens relacionadas aos conceitos de matéria e substância em livros didáticos de Ciências do 9º ano aprovados pelo PNLD 2024/2027, utilizando como referencial a Teoria Cognitivista da Aprendizagem Multimídia (TCAM) de Richard Mayer.

A investigação, que analisou 13 coleções dentre as 14 examinadas, revelou que as imagens desempenham um papel crucial na abordagem de conteúdos científicos



abstratos, como os da Química. A aplicação dos princípios da TCAM (Coerência, Sinalização e Contiguidade Espacial) mostrou-se eficaz para avaliar a qualidade instrucional e o potencial das imagens em reduzir o processamento estranho (carga cognitiva supérflua).

Reafirma-se que as imagens não são meros complementos estéticos, mas elementos centrais na construção do conhecimento científico, capazes de potencializar ou comprometer a aprendizagem, dependendo de como são concebidas e utilizadas.

Este trabalho propõe que futuras produções didáticas considerem os princípios da aprendizagem multimídia como referência essencial para o desenvolvimento de imagens instrucionais. Sugere-se, ainda, que novas pesquisas aprofundem a análise de outros conceitos científicos abstratos e complexos, e que estudos empíricos avaliem a influência e o peso de cada princípio da TCAM na carga cognitiva dos alunos

REFERÊNCIAS

ARTUSO, Alysson Ramos et al. #Sou+Ciências: 9º ano. 1. ed. São Paulo: **Scipione**, 2022.

BELLAS, R. R. D., Queiroz, I. R. L., Lima, L. R. F. C., & Silva, J. L. P. B. O Conceito de Substância Química e Seu Ensino. **Química Nova na Escola**, Nº. 1. V. 41, P. 17-24, 2019.

BRÖCKELMANN, Rita Helena (org.). Araribá Conecta – Ciências: Ensino Fundamental – Anos Finais. São Paulo: **Editora Moderna**, 2022.

CANTO, E. L.; CANTO LEITE, L. C.; CANTO, L. C. **Ciências naturais: aprendendo com o cotidiano**: 9º ano. 8. ed. São Paulo: Moderna, 2022.

COUTINHO, F. Â. *et al.* Análise do Valor Didático de Imagens presentes em Livros de Biologia para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciência**, v. 10, n. 3, p. 1-18, 2010.

GODOY, L. P.; MELO, W. C. Ciências, Vida & Universo: Ensino Fundamental – Anos Finais. São Paulo: **FTD Educação**, 2023.

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

MICHELAN, Vanessa; ANDRADE, Elisangela. SuperAÇÃO! Ciências 1: 9º ano. 1. ed. São Paulo: **Moderna**, 2022.

MODERNA (Org.). Araribá Conecta – Ciências: 9º ano. 1. ed. São Paulo: **Moderna**, 2022.



NARDI, D. T. Jornadas: Novos Caminhos – Ciências: Ensino Fundamental – Anos Finais. São Paulo: **Saraiva Educação S.A.**, 2023

NEVES, R. F.; CARNEIRO-LEÃO, A. M. A.; FERREIRA, H. S. A imagem da célula em livros de biologia: uma abordagem a partir da Teoria Cognitivista da Aprendizagem Multimídia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, p. 94-105, 2016.

SEVERINO, A. J. Metodologia do trabalho científico. São Paulo: **Cortez**, p. 304, 2007.

SILVA, A. *et al.* Geração Alpha – Ciências: Ensino Fundamental – Anos Finais. São Paulo: **Edições SM Ltda**, 2023.

SILVA, K. R. D. *et al.* Reações Químicas: analisando imagens de livros didáticos de Ciências da Rede Municipal do Recife à luz da teoria de Mayer. *In: Encontro Nacional de Ensino de Química*. Belém. Anais [...]. Belém: UFPA, 2024.

SOUZA, C.; PIETROCOLA, M.; FAGIONATO, S. **Conexões & Vivências: Ciências** – 9º ano. 1. ed. São Paulo: [s.n.], 2022.

PEROVANO, A. P.; AMARAL. Livro didático como recurso pedagógico: conceito, função, escolha e uso. **Revista Binacional Brasil Argentina: Diálogo entre as Ciências**, v. 12, n. 2, 2023. Disponível em <https://periodicos2.uesb.br/rbba/article/download/16440/9899/37914>. Acesso em: 25 ago. 2025.

