

ANÁLISE DAS IMAGENS REFERENTES AO CONTEÚDO DE BIOQUÍMICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO



Revista
Desafios

Artigo Original
Original Article
Artículo Original

Analysis of images relating to the content of biochemistry in the textbooks of biology of secondary school

Análisis de imágenes relacionadas con el contenido de la asignatura bioquímica em los libros de texto de biología de la escuela secundaria

João Paulo Alves Cursino*¹, Denise de Amorim Ramos²

¹ Licenciado em Ciências Biológicas, Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional -TO, Brasil.

² Mestre em Educação, Universidade Federal do Tocantins, Porto Nacional – TO, Brasil.

*Correspondência: Rua Recanto da Saudade, nº 1379, Porto Nacional, Tocantins, Brasil. CEP: 77500-000. email: joaoalvesbio@hotmail.com

Artigo recebido em 21/06/2016. Aprovado em 13/12/2016. Publicado em 29/12/2016.

RESUMO

Os elementos que compõem os livros didáticos são importantes para o aprendizado. O presente estudo tratou de analisar as imagens dos livros de Biologia, inseridas no conteúdo de Bioquímica, utilizados pelas escolas públicas do Ensino Médio no município de Porto Nacional – TO. Inicialmente, identificou-se as imagens com e sem valor didático, para tal foram classificadas em: decorativa, representacional, organizacional ou explicativa. Para verificação do valor didático considerou-se três princípios da teoria cognitiva, princípio da coerência, da sinalização e da contiguidade espacial percebendo-se a conformidade com os mesmos. Posteriormente, foram atribuídos às imagens o valor 0, quando não satisfazia nenhum critério, e os valores 1, 2, 3 e 4 quando satisfazia um, dois, três e quatro critérios, respectivamente. Por fim as mesmas foram categorizadas em: “com carga cognitiva baixa”, quando a elas fossem atribuídos valores 4, 3 ou 2, e “com carga cognitiva alta” às imagens com valores 1 ou 0. A maioria das imagens mostraram-se satisfatórias, obedecendo aos critérios investigados. Entretanto, um dos livros apresentou-se totalmente ausente de sinalização texto-imagem, sem contribuição para o conteúdo, e deficiente em imagens que evidenciem as características mais importantes, característica importante para direcionar o leitor para as informações relevantes no momento.

Palavras-chave: Bioquímica, imagens, livro didático.

ABSTRACT

The elements that make up the textbooks are important for learning. The present study was to analyze the images of the Biology books, inserted into the contents of Biochemistry, used by the public high schools in the municipality of Porto Nacional, TO. Initially, identified the images with and without educational value, for such were classified in: decorative, representational, explanatory or organizational. For verification of the didactic value was considered three principles of cognitive theory, principle of coherence, signaling and spatial contiguity, observing compliance of same. Subsequently, were assigned value 0 to the images that not satisfy any criterion, and values 1, 2, 3 and 4 when satisfied one, two, three and four, respectively. Finally, they were categorized in: “with low cognitive load”, when they were assigned values 4, 3, or 2, and “with high cognitive load”, to images with value 1 or 0. Most of the images were satisfactory, according to the investigated criteria. However, one of the books featured completely out of text-image signal, without contributing to the content, and deficient in mages showing the most important features, important feature to direct the reader to the relevant information at the time.

Keywords: Biochemistry, image, textbook.

RESUMEN

Los elementos que componen los libros son importantes para el aprendizaje. El presente estudio fue analizar las imágenes de los libros de biología, inserta en el contenido de la asignatura Bioquímica, utilizada por las escuelas públicas secundaria en la ciudad de Porto Nacional. Inicialmente, se identificaron las imágenes con y sin un carácter didáctico, para tales fueron clasificados en: decorativo, representación organizacional o explicativa. Para la verificación de manera didáctica se considera tres principios de la teoría cognitiva, principio de coherencia, la señalización y la contigüidad espacial la realización de sí mismo para cumplir con la misma. Posteriormente fueron asignadas a las imágenes el valor 0, cuando no se cumple ninguno de los criterios y los valores 1, 2, 3 y 4 cuando esté satisfecho de uno, dos, tres y cuatro criterios, respectivamente. Por último se clasifican en: "con la carga cognitiva baja", cuando fueron asignados valores 4, 3 o 2, y "con alta carga cognitiva" a imágenes con valores de 1 o 0. La mayoría de las imágenes se muestran a ser satisfactorio, obedeciendo los criterios investigados. Sin embargo, uno de los libros estaba totalmente ausente del relación texto-imagen, sin contribuir al contenido, y deficiente en imágenes que revelan las características más importantes, característica importante para dirigir al lector a la información pertinente en el momento.

Descriptores: Bioquímica, imágenes, textos.

INTRODUÇÃO

A Bioquímica é dita como uma área multidisciplinar já que apresenta conceitos tanto de ciências biológicas quanto químicas, sendo passível da utilização de várias ferramentas que auxiliem no aprendizado (FRANCISCO JUNIOR e FRANCISCO, 2006). Uma das ferramentas empregadas é a utilização de imagens que facilitam o entendimento do conteúdo, visto que, podem ilustrar processos que por vezes são complicados de compreender com a utilização apenas da linguagem escrita.

Com o surgimento da instituição escolar, houve a formalização do processo de ensino e da aprendizagem, onde passou a ser aplicadas metodologias que seriam utilizadas por diversas tendências educacionais. Por exemplo, na escola tradicional, o aluno era mero receptor da aprendizagem, e o professor o detentor inquestionável do conhecimento e essa relação comprometia a cognição do sujeito. Mas, com o passar do tempo a tecnologia veio se aprimorando e invadindo o espaço educacional através de elaborações metodológicas que contribuíram com o processo de ensino e aprendizagem.

A utilização de esquemas nos livros didáticos tornou-se eficaz dentro do campo educacional em âmbito mundial, devido à modernização tecnológica, no caso, meio da digitalização da informação. O livro didático de ciências naturais, com o passar dos anos evoluiu, trazendo conceitos atualizados e sugestões para aulas experimentais e investigativas. Entretanto, para Badsinzky e Hermel (2015) ainda é possível encontrar neles falhas ou carências em alguns aspectos.

Nesse sentido, Fracalanza e Megid Neto (2003) advertem que diversos tipos de inadequações acabam passando pela avaliação do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Essas inadequações podem levar à compreensão errônea do conteúdo, dificultando o aprendizado do aluno.

Para Pozzer-Ardenghi e Roth (2005) as imagens são importantes para a aprendizagem e a construção do conhecimento científico, possuindo uma maneira amplamente aceita dentro do campo científico, conseguindo obter dialeto, ou uma melhor argumentação para comunicar-se sobre os aspectos a respeito da natureza e seus sistemas. Esse processo promove o entendimento sobre o tema proposto, facilitando o ensino e a aprendizagem que os livros didáticos oferecem.

As imagens podem conter mapas, fotografias, diagramas, tabelas, fórmulas, simulações e outros, que trarão ao estudante, uma maneira mais facilitada de entender o conteúdo. Elucidando a ideia de Pozzer-Ardenghi e Roth (2005), é discutido que ao trabalhar com imagens, facilita-se a construção do conhecimento científico. As mesmas são amplamente aceitas no diálogo científico, tendo potencial particular para comunicar os aspectos da natureza e para indicar o conteúdo de ideias.

Os autores Knorr-Cetina e Amann (1990), por exemplo, destacam que, filósofos, historiadores e sociólogos que estão envolvidos à ciência, consideravam, a escrita como a parte central da atividade científica, mas que na realidade, o objetivo por muitas vezes não são textos, mas a utilização hipotética de imagem. Na percepção de Bruzzo (2004), “Conhecer a natureza também é expressar esse conhecimento em palavras e imagens criadas para este fim”. Muitas vezes, as razões oferecidas para esta presença vão desde as alegações sobre o interesse da indústria editorial, ao desinteresse dos alunos pela leitura (BRUZZO, 2004).

Piccinini e Martins (2004), argumentam que a comunicação científica possui aspecto multimodal, envolvendo uma articulação de linguagem verbal e a imagética. Nesse ponto de vista, torna-se relevante a junção de metodologias distintas de aprendizagem em prol de um conteúdo que possa gerar para os alunos, uma concepção diversificada, auxiliando-os para que possam-lhes ponderar qualquer conteúdo.

Conforme Bruzzo (2004), as imagens não seriam meras ilustrações com função acessória, elas possuem carga cognitiva que auxilia a compreensão. Contribuindo ao argumento proposto, Piccinini e Martins (2004), dizem que as mesmas possuem valor cognitivo, no qual cumpre funções importantes na

apropriação do conhecimento da ciência, para o aluno e professor.

No entanto, Coutinho *et al.* (2010) ressaltam que, não são igualmente eficientes todas as imagens ou a relação entre texto e a imagem na elaboração da aprendizagem.

A linguagem verbal e visual devem estar harmonizadas no livro didático, devendo ser objetivas e que contribuam efetivamente para a aprendizagem. O texto sempre deve remeter às imagens, essas não devem ser inseridas sem uma função identificada e não devem apresentar informações não evidenciadas no texto (JOTTA e CARNEIRO, 2009).

Imagens que não possuem sentido, ou relação com a leitura, conturba a compreensão do conteúdo, pois há uma relação de interpretação a partir da imagem no texto, abstraindo-lhes do pensamento cognitivo.

Estudos elaborados por profissionais da área da psicologia cognitiva como Mayer e Gallini (1990), Mayer e Anderson (1992) e Mayer (2001), revelam que se aprende melhor por meio de palavras e imagens e não somente palavras (Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia). Não obstante, nem toda imagem possui relação texto-imagem, deixando-se vazio de significado para com o enunciado estudado. Em conformidade ao texto, Mayer (2005) relata que adicionar palavras e imagens não garante um acesso à aprendizagem, é necessário que a apresentação multimídia seja apropriada ao público a que se dirige, ou seja, é essencial que as mensagens a serem transmitidas estejam de acordo com o processo cognitivo de cada indivíduo.

A Teoria Cognitiva de Aprendizagem Multimídia, apresenta três principais pressupostos, do canal duplo, da capacidade limitada de processamento da memória e do processamento ativo, (MAYER, 2001).

De acordo como o primeiro pressuposto, as informações visuais e verbais são processadas no ser humano por canais diferentes. Informações advindas de ilustrações, textos e animações, por exemplo, são processadas no canal visual, enquanto que a informação narrada é processada no canal auditivo. Porém, cada canal apresenta uma capacidade limitada de processar informação, fato evidenciado no segundo pressuposto.

Quando o aluno se depara com uma imagem, ele constrói um modelo mental a partir de alguns detalhes da mesma, podendo ser preservadas pela memória cognitiva, esse comportamento também vale para textos, vídeos e sons (COUTINHO *et al.*, 2010). O passo seguinte é a retenção da informação na memória de longo prazo de modo que alguns aspectos selecionados fiquem disponíveis para serem lembrados (COUTINHO *et al.*, 2010).

Para armazenamento da informação na memória de longo prazo, é preciso a criação de uma representação mental coerente da experiência, conforme o pressuposto do processamento ativo, no qual a aprendizagem compreendida obtém uma nova informação, organizando-a e incorporando-lhe ao conhecimento já existente.

Para conceber um documento multimídia de qualidade, torna-se indispensável a consideração de alguns princípios: princípio da coerência, de sinalização e da contiguidade espacial.

O princípio da coerência afirma que, a melhor aprendizagem ocorre quando o material irrelevante e excedente é eliminado, mesmo que seja interessante, uma vez que podem desviar a atenção dos componentes relevantes no momento e dificultar a organização do conhecimento (MAYER, 2001).

Segundo o princípio de sinalização, o aluno aprende melhor quando a imagem apresenta algum método que organiza o foco do leitor para o material

abordado. Para Clark e Lyons (2004) e Mayer (2005), o direcionamento da atenção do aluno ajuda-lhe a focar nos elementos essenciais de acordo com a lição, o que facilita a seleção, organização e assimilação das informações na memória.

Por fim, o princípio de contiguidade espacial afirma que o aluno possui uma melhor aprendizagem quando as palavras e imagens correspondentes são apresentadas próximas umas das outras, já que o leitor não tem que usar seus recursos cognitivos para realizar uma busca visual (MAYER, 2001). Assim, uma forma de reduzir o processamento supérfluo é colocar o texto verbal próximo à imagem que ele descreve, tanto geograficamente como cronologicamente (MAYER e ANDERSON, 1992).

Torna-se necessário a exploração de como se procede com a elaboração das imagens utilizadas no material didático buscando quais seriam os critérios para suas correções antes que publicasse uma obra. Seria de suma importância compreender a natureza da inserção das imagens nos materiais didáticos de Biologia relacionados ao conteúdo de Bioquímica, bem como para todos os livros didáticos, uma vez que, as imagens são de muita relevância para os professores na área de ciências, pois em suas aulas, realizam trabalhos de pesquisas, utilizam laboratórios e trabalhos em campo com o auxílio de materiais didáticos.

Através de trabalhos citados anteriormente, foi percebido que o ensino se torna mais eficaz quando há relação entre textos e imagens, otimizando a assimilação do conteúdo proposto, independentemente do assunto. Visto que as imagens têm um peso significativo no aprendizado do aluno, as mesmas devem ser apresentadas de maneira correta e didática.

Tendo em vista o exposto, objetivou-se estudar as imagens contidas no conteúdo de

Bioquímica dos livros didáticos de Biologia, utilizados pelas escolas públicas de Ensino Médio de Porto Nacional – TO, a fim de identificar a forma como são exibidas, e o rendimento das mesmas para o processo de ensino. Para tal, as imagens foram classificadas como: decorativa, representacional, organizacional ou explicativa; analisando-as quanto ao seu valor didático, de acordo com a teoria cognitiva; categorização das imagens (com carga cognitiva alta e com carga cognitiva baixa) e análise sobre a existência de legenda e o tipo da mesma, verificando se há relação texto-imagem.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a análise das imagens, considerou-se a definição proposta por Freitas e Bruzzo (2002), ou seja, quaisquer informações que não fossem textos, compreendendo assim, ilustrações, gráficos, gravuras, fotos e desenhos manuais.

Em um primeiro momento realizou-se um levantamento das coleções didáticas de Biologia das escolas públicas de Ensino Médio de Porto Nacional – TO, oferecidos pelo Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio (PNLEM) do Ministério da Educação, para uma verificação de quais volumes possuíam capítulos que tratavam do conteúdo de Bioquímica, os resultados foram encontrados no primeiro volume. As escolas consideradas para o estudo foram, Colégio Estadual Marechal Arthur Costa e Silva, Centro de Ensino Médio Professor Florêncio Aires e Centro de Ensino Médio Félix Camôa.

As imagens foram qualificadas “com” e “sem valor didático”, para tal, as mesmas foram classificadas em quatro categorias: decorativa, representacional, organizacional e explicativa, considerando os conceitos abaixo.

Segundo Mayer (2001), imagens decorativas são ilustrações que não acrescentam informação ao trecho em questão, mas que estão presentes apenas para entreter e interessar o leitor; imagens representacionais são aquelas que apresentam um único elemento; imagens organizacionais são ilustrações que representam relações entre elementos; e imagens explicativas são as que demonstram a maneira como um sistema funciona. As imagens decorativas e representacionais não possuem valor didático e as imagens organizacionais e explicativas possuem valor didático.

Em segunda instância, para análise do valor didático das imagens, foram utilizados os três princípios da teoria cognitiva, princípio da coerência, da sinalização e da contiguidade espacial, analisando se as imagens estão em conformidade com os mesmos.

Para o princípio da coerência, as imagens foram consideradas como estando em conformidade, aquelas que não possuíam elementos desnecessários em relação ao tema abordado, antropomorfizações de estruturas ou processos ou alto grau de complexidade (MAYER, 2001).

Quanto ao princípio de sinalização, considerou-se as imagens que possuísem estruturas, como setas ou indicações com destaque nítido, seja por meio de cores ou nomeando os elementos importantes de modo destacado (MAYER, 2001). Conforme Coutinho *et al.* (2010), este princípio também se refere às relações entre as imagens e o texto verbal do livro, considerando-se como não estando em concordância, aquelas imagens que não possuíam direcionamento no texto, tal como “Figura X” ou “Veja a Figura X”. Posto que no presente estudo, analisou-se este princípio de acordo com os dois autores.

Por fim, para classificar-se de acordo com o princípio da contiguidade espacial, as páginas foram divididas em quadrantes, sendo consideradas como obedecendo o critério quando a imagem e o texto principal ocupavam o mesmo quadrante. No entanto, também foi considerado em conformidade, quando imagem e texto estavam dispostos lado a lado mesmo ocupando quadrantes diferentes (COUTINHO *et al.*, 2010).

Posteriormente, analisou-se as imagens com valor didático, atribuindo o valor 0, quando a imagem não satisfazia nenhum princípio ou categoria, e os valores 1, 2, 3 e 4 quando satisfazia um, dois, três e quatro critérios.

Assim, de acordo com a metodologia utilizada por Coutinho *et al.* (2010), com adaptações, as imagens com valor didático foram categorizadas como: “com carga cognitiva baixa”, quando a elas fossem atribuídos valores 4, 3 ou 2. As devidas imagens estariam, então, alinhadas aos recursos cognitivos do aluno. Por outro lado, as imagens a que foram atribuídos os valores 1 ou 0 não estariam alinhadas aos recursos cognitivos do aluno e, neste caso, categorizou-se como “com carga cognitiva alta”.

Observou-se também a presença e o tipo de legenda nas imagens sendo classificadas em sintéticas, quando há apenas a indicação do que está sendo visualizado, e explicativas, quando explica-se a respeito da ilustração hipotética.

A imagem legendada é um recurso essencial ao livro didático, uma vez que, segundo Barrass (1991), a maioria das pessoas não leem o texto ao examinar as imagens, portanto, as legendas devem ser completas, claras e precisas.

Todos os resultados foram tabulados e expressos em gráficos e tabelas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

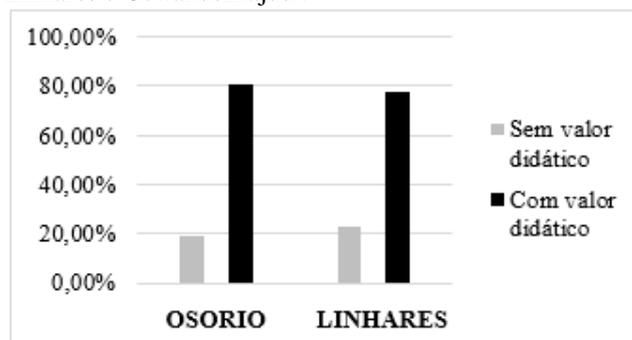
A escola Centro de Ensino Médio Professor Florêncio Aires utiliza a coleção “Ser Protagonista” (OSORIO, 2013), volumes 1, 2 e 3, no qual o conteúdo de Bioquímica é lecionado no 1º ano do Ensino Médio (volume 1).

As escolas Escola Marechal Arthur da Costa e Silva e Centro de Ensino Médio Félix Camôa utilizam a coleção “Biologia Hoje”, volumes 1, 2 e 3, de modo que o conteúdo de Bioquímica também está apresentado no volume 1, utilizado no 1º ano do Ensino Médio, onde o conteúdo de bioquímica está organizado em quatro capítulos (LINHARES e GEWANDSZNAJDER, 2013a, 2013b, 2013c, 2013d). Intercalando os capítulos continha lista de exercícios dos quais as imagens não foram consideradas.

Nos livros de Osorio e Linhares, analisou-se um total de 36 e 31 imagens, respectivamente.

Osorio e Linhares apresentaram em torno de 19% e 22%, respectivamente, de imagens sem valor didático (Figura 1), ao passo que, para o Osorio, 8% são imagens decorativas e 11% são representacionais; no entanto, no Linhares, 9% são imagens decorativas e 13% são representacionais (Figura 2).

Figura 1. Porcentagem de imagens, relacionadas ao conteúdo de Bioquímica, com e sem valor didático presentes em cada um dos volumes analisados. Osorio; Linhares e Gewandsznajder.



As imagens com valor didático apresentaram-se em ambos os livros com valores relativamente

expressivos, acima de 75% (Figura 1), no qual as imagens organizacionais para o Osorio, atingiu 64% e para o Linhares, 49%. As imagens explicativas, mantiveram-se presentes em menor frequência no Osorio, com apenas 17% e 29% para Linhares (Figura 2).

Figura 2. Porcentagem aproximada do tipo de imagens presentes em cada volume. Osorio; Linhares e Gewandsznajder.

	Decorativas	Representacionais	Organizacionais	Explicativas
OSORIO	8%	11%	64%	17%
LINHARES	9%	13%	49%	29%

As imagens com valor didático devem obedecer aos critérios de coerência, sinalização e contiguidade, permitindo avaliar qual a carga cognitiva necessária para entendimento das mesmas. No Osorio e Linhares, respectivamente, os critérios foram respeitados nas seguintes proporções: 93% e 91% atenderam ao princípio de coerência, 41% e 75% estavam de acordo com o princípio de sinalização proposta por Mayer (2005), 0% e 100% atenderam ao princípio de sinalização segundo Coutinho *et al.* (2001) e 100% e 92% estavam em conformidade com o princípio de contiguidade espacial (Figura 3).

Figura 3. Porcentagem aproximada das imagens presentes em cada livro que atendem a cada critério de classificação. Sin. – Sinalização. Osorio; Linhares e Gewandsznajder.

	Coerência	Sin. Mayer	Sin. Coutinho	Contiguidade
OSORIO	93%	41%	0%	100%
LINHARES	91%	75%	100%	92%

Legenda: Sin. – Sinalização. Sinalização segundo Mayer (2001) e Coutinho (2010).

No Osorio nenhuma das imagens possuía sinalização no texto (sinalização conforme Coutinho, 2010), e menos da metade das figuras obedeciam ao

princípio de sinalização proposto por Mayer (2001), apenas 41%. Esses dados são preocupantes, uma vez que, o aluno possui um melhor aprendizado quando há guias nas imagens e no texto, sejam elas tipográficas ou linguísticas, que direcionem o aluno para as informações relevantes no momento, facilitando assim a seleção e ordenação na memória operacional (CLARCK e LYONS, 2004; MAYER, 2005a). Contribuindo ao assunto, Mayer (2005b) diz que apenas parte dos detalhes de uma imagem podem ser guardados na memória operacional, devido sua capacidade limitada de reter e preparar as informações.

As imagens que atenderam aos princípios de coerência e contiguidade espacial em ambos os livros, representaram mais de 90%, valor bastante satisfatório, mostrando que as imagens foram bem selecionadas e empregadas. Mayer (2001) retrata que quando texto e imagem estão próximos, o armazenamento de informações na memória operacional é facilitado em razão do leitor não necessitar fazer uma busca visual na página ou em páginas distantes, e conseqüentemente usando seus recursos cognitivos para tal ação, sendo que poderia poupá-los somente para o processo de aprendizagem.

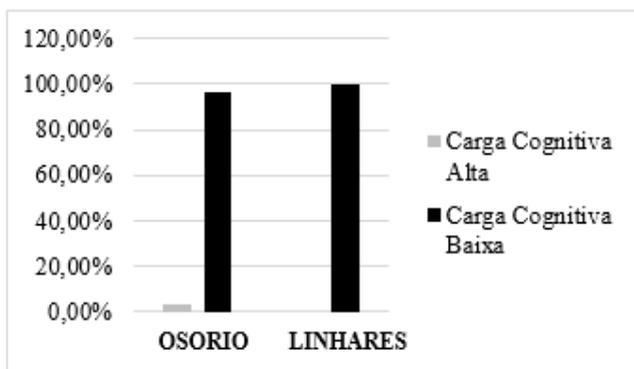
O princípio de sinalização proposto por Mayer fez-se presente em 75% das imagens no Linhares, valor satisfatório e superior ao calculado para o Osorio, enquanto que em relação a sinalização texto-imagem, todas as imagens estavam devidamente harmonizadas.

Considerando-se as imagens com valor didático que obedeciam aos princípios adotados para análise, a figura 4 mostra que em ambos os livros, as imagens com carga cognitiva baixa superam as imagens com carga cognitiva alta, com valores de 96% e 100% para o Osorio e Linhares, respectivamente. Esses valores são bastante

adequados, uma vez consideradas a importância da imagem no processo de aprendizagem (MAYER e GALLING, 1990).

Mayer e Galling (1990), afirmam que o espaço do livro didático e a capacidade cognitiva dos alunos são limitadas, logo os editores e autores devem considerar esses problemas. Os dois livros analisados mostraram que o espaço do livro, mesmo que limitado, foi bem utilizado e explorado, no quesito das imagens que possuem valor didático.

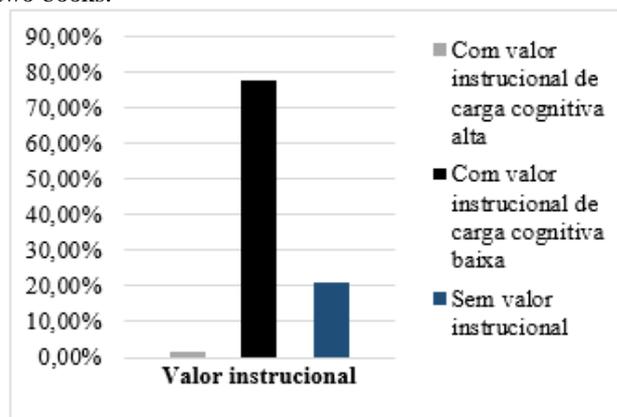
Figure 4. Porcentagem de imagens com valor didático de carga cognitiva baixa e alta presentes nos dois livros. Osorio; Linhares e Gewandszajder.



É de grande importância que os princípios de coerência, sinalização e contiguidade sejam adotados em conjunto, pois o princípio de coerência elimina o material desnecessário e as técnicas de sinalização e contiguidade direcionam a atenção do aluno para o que realmente é importante para a lição (MAYER, 2005b).

Através da figura 5 podemos perceber que nos dois livros, a maioria das imagens analisadas possuem valor didático com carga cognitiva baixa (78%), ou seja, são imagens que contribuem de forma positiva para o aprendizado do aluno, e que 22% referem-se a imagens sem valor didático ou com carga cognitiva alta. Segundo Coutinho *et al.* (2010) essas imagens possuem carga desnecessária, exigindo muito esforço cognitivo do aluno para processá-las de modo adequado.

Figure 5. Educational value of the images present in the two books.

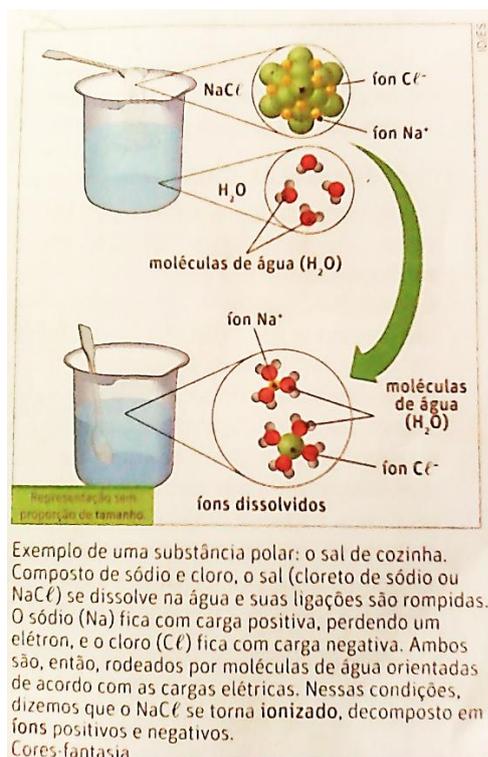


No Osorio, duas imagens não atendem ao princípio de coerência por possuírem erros conceituais, podendo levar à má compreensão do aluno. Na figura 6, ocorre um erro conceitual e não condiz com a explicação da legenda, fator que pode comprometer a compreensão do conteúdo. A imagem revela sobre a dissociação de sais em água e a afinidade eletroquímica dos componentes, no entanto observa-se que os íons cloreto interagem com o átomo de oxigênio da molécula de água, onde ambos possuem cargas equivalentes, devendo-lhes repelir um ao outro. A representação correta deveria trazer o cloreto interagindo com o hidrogênio.

Quando um cristal de NaCl é colocado em contato com água, os íons interagem com a água, devido a presença de polaridade na molécula, dissociando-se. O íon Na^+ atrai o lado negativo da molécula de água (oxigênio) enquanto que o íon Cl^- atrai o polo positivo da água (hidrogênio).

A legenda relacionada a figura 6 é explicativa, com informações complementares à imagem, mas devido a má sinalização e coerência, torna-se dificultoso a compreensão da mesma, pois enquanto a legenda explica o processo de interação eletroquímica como realmente ocorre, a imagem apresenta discrepância do processo.

Figura 6. Ilustração (OSORIO) que não obedece ao princípio de coerência segundo Mayer (2001). Osorio, p. 27.

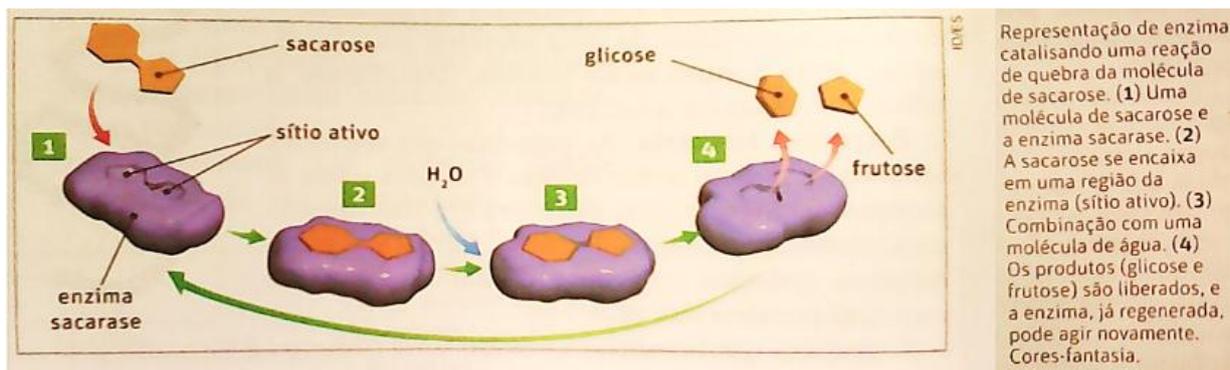


Ainda no Osorio, na analogia feita para a interação enzima e substrato (Figura 7) no qual supõem-se que há uma ligação efetiva e perfeita para o processo de quebra, a enzima possui formato que

permitirá ao substrato, uma perfeita maneira de encaixe, análogo à uma chave com o formato correto para o tambor de uma fechadura.

Tal ideia, além de bioquimicamente equivocada, pode configurar um obstáculo à aprendizagem. Enzima e substrato não possuem “encaixe perfeito”, se assim fosse, o complexo enzima-substrato possuiria maior estabilidade do que os reagentes e os produtos da reação, desfavorecendo termodinamicamente a catálise enzimática que, por sua vez, não se processaria. (FRANCISCO JUNIOR, 2007).

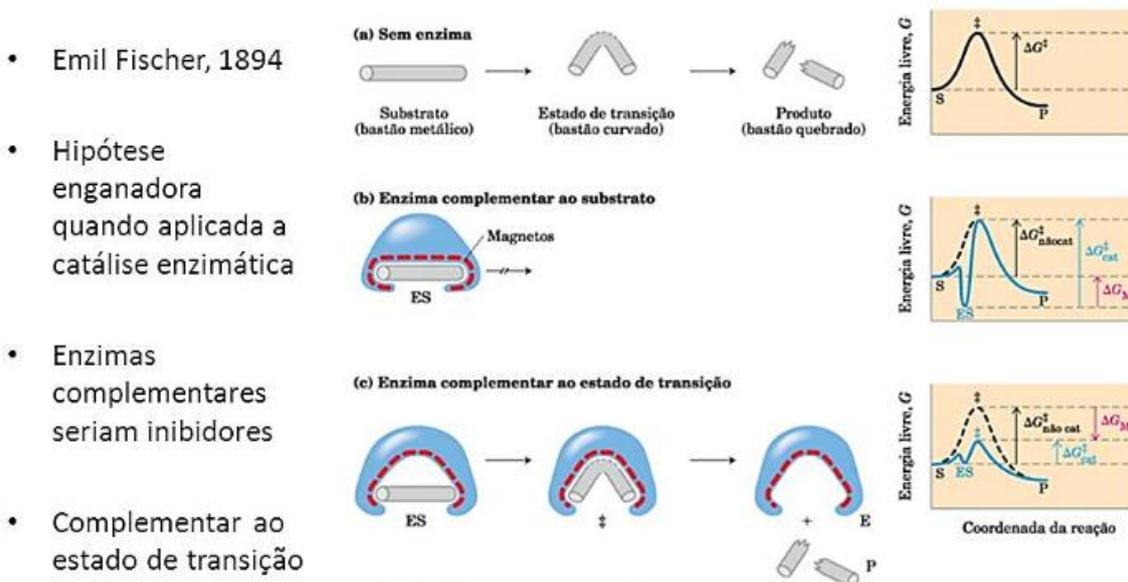
Figura 7. Ilustração presente no OSORIO contendo erro conceitual. Osorio, p. 36.



Nelson e Cox (2011) complementam que o encaixe perfeito ocasionaria a não separação dos mesmos posteriormente, uma vez que o substrato se encontraria em total contato com o sítio ativo e qualquer alteração que ocorresse no substrato, como

por exemplo a quebra de uma ligação, eliminaria algumas interações com o sítio ativo. Essa condição de perfeito encaixe do substrato com o sítio ativo deve existir somente no estado de transição (Figura 8).

Figura 8. Uma enzima imaginária designada para catalisar a quebra de uma barra de metal. Fonte: Nelson e Cox (2011).



No Linhares, a imagem que explica a atuação de uma enzima (Figura 9), também traz o esquema de chave-fechadura, erroneamente empregado na maioria dos livros didáticos. A legenda informa que o formato da enzima é complementar ao substrato, no entanto, na primeira parte da imagem onde ocorre a reação de quebra, o sítio ativo da enzima possui um formato

arredondado ao passo que, o substrato possui um formato hexagonal, ou seja, não são complementares. Na etapa seguinte a enzima encontra-se em perfeito encaixe com o substrato, seguido da quebra da ligação, desfazendo algumas interações com o sítio ativo, sendo instável de acordo como Nelson e Cox (2011).

Figura 9. Ilustração enzima-substrato presente no LINHARES, trazendo erro conceitual. Linhares e Gewandszajder, p. 59.

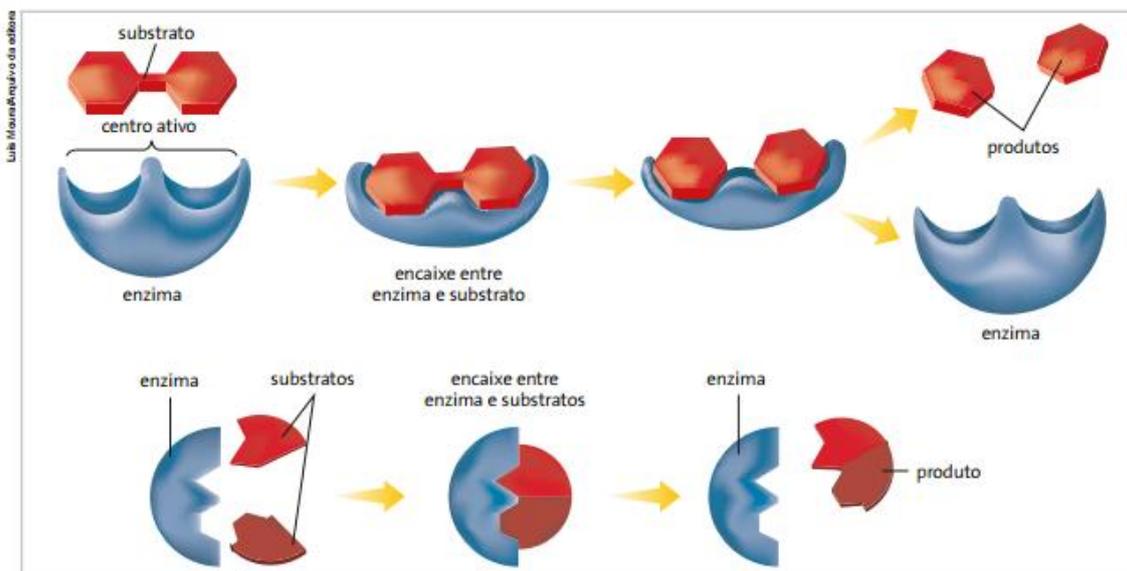


Figura 5.12 Esquema simplificado de como a enzima ajuda a reação. O formato da enzima é complementar ao das moléculas que vão reagir. Com isso, ela pode encaixar-se nelas, facilitando a reação. (Cores fantasia.)

De acordo com a figura 10, imagem disponibilizada no Linhares, a deformidade da célula, chamada de anemia falciforme, está relacionada à troca de aminoácidos, o ácido glutâmico pelo aminoácido valina, essa troca faz com que a hemoglobina (proteína responsável pelo transporte de oxigênio) não assuma sua forma estrutural plena, dificultando a ligação da mesma com o oxigênio, resultando à hemácia um formato falciforme (em forma de foice). A primeira parte da ilustração mostra hemácias normais, no entanto, devido ao mal posicionamento de uma das hemácias, a mesma parece estar anormal (falciforme), mas que na verdade só ocorreria com a mutação causada pela troca de um aminoácido por outro.

Figura 10. Ilustração contendo erro de coerência segundo Mayer (2001). Linhares e Gewandszajder, p. 55.

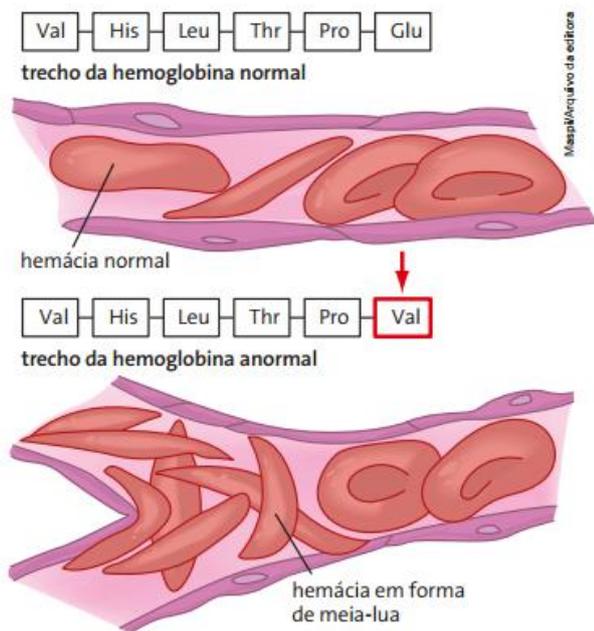


Figura 5.6 Anemia falciforme: a troca de um aminoácido faz surgir hemácias que podem obstruir capilares sanguíneos (ilustração; cores fantasia).

Analisando a respeito da legenda, parte que possui importância significativa nas imagens, o

Osorio apresenta apenas 3% de imagens sem legenda, enquanto que no Linhares todas as imagens apresentam legenda (Figura 11).

Figura 11: Porcentagem aproximada de imagens com e sem legenda, e quanto ao tipo de legenda (sintética ou explicativa).

	Quanto a presença de legenda		Quanto ao tipo de legenda	
	Com	Sem	Sintética	Explicativa
OSORIO	97%	3%	29%	71%
LINHARES	100%	0%	35%	65%

A maioria das imagens, em ambos os livros, há presença de legenda explicativa (Figura 11). Entretanto, como afirma Jotta e Carneiro (2009), seria mais interessante se todas as imagens possuíssem legendas explicativas, já que as mesmas auxiliam no entendimento do aluno.

Foram encontrados problemas nas elaborações de algumas imagens e suas relações com o texto em ambos os livros. A sugestão seria que a avaliação do livro didático fosse executada com um olhar mais cauteloso, aproveitando mais o espaço entre o texto e imagem, de modo a não conturbar a compreensão do estudante no momento da leitura. A elaboração das imagens deve ser criteriosa, respeitando os princípios estabelecidos pela Teoria Cognitiva da Aprendizagem Multimídia, mas atentando-se ao fato de que a utilização de boas imagens por si só, não resolve as dificuldades encontradas no processo de aprendizagem, nem soluciona plenamente os problemas retratados nos livros didáticos, mas possui uma contribuição bastante significativa.

CONCLUSÃO

O conteúdo de Bioquímica é visto por boa parte dos alunos como sendo de difícil compreensão, pois há diversos fatores limitantes, entre os quais se destacam, a não percepção visual dos componentes, fazendo-lhes hesitar perante o conteúdo e a ausência de aulas práticas.

A utilização de imagens facilita e auxilia o aprendizado do aluno, desde que estejam bem elaboradas e empregadas. No entanto, não é o único aspecto que pode comprometer o entendimento preciso do conteúdo. Dentro do campo educacional, há várias situações que comprometem o aprendizado do estudante, como uma má administração do conteúdo por parte do docente, ou a utilização de um material escolar que traga informações perplexas ou complicadas que não favorecerão a fácil compreensão do aluno.

As imagens apresentaram-se de forma satisfatória nos dois livros. A maioria das imagens possui valor didático, e destas, mais de 90% são coerentes com o grau cognitivo do aluno, pois não exigem muito esforço para compreensão da teoria.

No Osorio, o texto mostrou-se ausente de indicações (como por exemplo: “Veja a figura X”) que remetesse às imagens do qual estava se referindo, violando o princípio de sinalização que contribui bastante para o aprendizado do aluno.

A respeito da abordagem do complexo enzima-substrato, o indicado seria que a imagem da enzima não fosse tratada como um sólido com campo geométrico de aderência ao substrato, é importante que a imagem deixe bem claro que a enzima é uma proteína, que por sua vez irá dispor de diversas interações moleculares com o substrato, através de um sítio ativo, para que a reação química ocorra, e não como o encaixe perfeito sugerido análogo a combinação de chave-fechadura.

Essas reflexões ora apresentadas, alertam para a importância de que os professores tenham conhecimento sobre os métodos de avaliação de imagens dos materiais didáticos, para que possam dispor de mais um critério no momento de selecionar os livros que serão utilizados em sala de aula.

AGRADECIMENTO

Agradecemos a Universidade Federal do Tocantins pelo espaço e oportunidade para o desenvolvimento do referido artigo.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

BADZINSKI, C. HERMEL, E. E. S. A representação da genética e da evolução através de imagens utilizadas em livros didáticos de Biologia. **Revista Ensaio**, v.17, n.2, p.434-454, 2015.

BARRASS, R. **Os cientistas precisam escrever**. São Paulo, T. A. Queiroz; 1991.

BRUZZO, C. Biologia: educação e imagens. **Educação e Sociedade**, v.25, n.89, p.1359-1378, 2004.

COUTINHO, F. A. SOARES, A. G. BRAGA, S. A. de M. CHAVES, A. C. L. COSTA, F. de J. Análise do valor didático de imagens presentes em livros de Biologia para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.10, n.3, não paginado, 2010.

FRACALANZA, H. MEGID NETO, J. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência e Educação**, v.9, n.2, p.147-157, 2003.

JOTTA, L. A. C. V. Embriologia animal: uma análise dos livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. Brasília, DF. **Dissertação de mestrado**. Universidade de Brasília - UnB; 2005.

FRANCISCO JUNIOR, W. E. Bioquímica no Ensino Médio?! (De)limitações a partir da análise de alguns livros didáticos de química. **Ciência & Ensino**, v.1, n.2, não paginado, 2007.

FRANCISCO JUNIOR, W. E. FRANCISCO, W. Proteínas: Hidrólise, precipitação e um tema para o ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v.24, p.12-16, 2006.

LINHARES, S. GEWANDSZNAJDER, F. A água e os sais minerais. *In:* S. LINHARES e F. GEWANDSZNAJDER (2ª ed.), **Biologia hoje: Biologia - 1º ano do Ensino Médio**. São Paulo, Editora Ática, p.36-39, 2013a.

LINHARES, S. GEWANDSZNAJDER, F. Glicídios e lipídios. *In:* S. LINHARES e F. GEWANDSZNAJDER (2ª ed.), **Biologia hoje: Biologia - 1º ano do Ensino Médio**. São Paulo, Editora Ática, p.42-49, 2013b.

LINHARES, S. GEWANDSZNAJDER, F. Proteínas. *In:* S. LINHARES e F. GEWANDSZNAJDER (2ª ed.), **Biologia hoje: Biologia - 1º ano do Ensino Médio**. São Paulo, Editora Ática, p.52-61, 2013c.

LINHARES, S. GEWANDSZNAJDER, F. Vitaminas. *In:* S. LINHARES e F. GEWANDSZNAJDER (2ª ed.), **Biologia hoje: Biologia - 1º ano do Ensino Médio**. São Paulo, Editora Ática, p.66-69, 2013d.

NELSON, D. L. COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 5ª edição. Porto Alegre, Artmed, p.1145, 2011.

OSORIO, T. C. As bases químicas da vida. *In:* T.C. OSORIO (2ª ed.), **Ser protagonista: Biologia, 1º ano do Ensino Médio**. São Paulo, Edições S M, p.24-40, 2013.

PICCININI, C. & MARTINS, I. Comunicação multimodal na sala de aula de ciências: construindo sentidos com palavras e gestos. **Ensaio: pesquisa em ensino de ciências**, v.6, n.1, p.1-14, 2004.

POZZER-ARDENGI, L. ROTH, W. M. Photographs in lectures: gestures as meaning-making resources. **Linguistics and Education**, v.5, p.275-293, 2005.

POZZER-ARDENGI, L. ROTH, W. M. 2005. **Análise do valor didático de imagens presentes em livros de Biologia para o Ensino Médio**. Disponível em: http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=imagens+em+livros+didaticos+de+ciencias&source=web&cd=12&ved=0CHEQFjABOAo&url=http%3A%2F%2Frevistas.if.usp.br%2Frbpec%2Farticle%2Fdownload%2F126%2F236&ei=hLa6T_KTBobK6gGLyeTrCg&usq=AFQjCNGU2xNuQbyrZKLtQ_cyNiudQGbqPQ. Acesso em: 09/06/ 2015.

MAYER, R. E. ANDERSON, R. B. The instructive animation: helping students build connections between words and pictures in multimedia learning. **Journal of Educational Psychology**, v.84, p.444-452, 1992.

MAYER, R. E. GALLING, J. K. When is an illustration worth ten thousand words? **Journal of Educational Psychology**, v.82, p.715-726, 1990.

MAYER, R. E. **Multimedia learning**. New York, Cambridge University Press; 2001. MAYER, R. E. Introduction to multimedia learning. *In:* R. E. MAYER, **The Cambridge handbook of multimedia learning**. Cambridge, Cambridge University Press, p. 31-48; 2005a.

MAYER, R. E. Principles for reducing extraneous processing in multimedia learning: coherence, signaling, redundancy, spatial contiguity, and temporal contiguity principles. *In:* R. E. MAYER, **The Cambridge handbook of multimedia learning**. Cambridge, Cambridge University Press, p. 183-200; 2005b.