

# Representações Externas em um Livro de Bioquímica Básica

## External Representations in a Biochemistry Textbook

**Grace Patrícia Keiler**

Universidade Estadual de Campinas  
grakeiler@gmail.com

**Eduardo Galembeck**

Universidade Estadual de Campinas  
eg@unicamp.br

### Resumo

Neste trabalho foi investigado como as RE (gráficos, figuras, esquemas, modelos, ilustrações, etc.) são apresentadas em um livro didático de Bioquímica do Ensino Superior por meio de uma Análise de Conteúdo. Todas as RE do livro foram classificadas com apoio do software NVIVO<sup>®</sup> em: 1) Abstrata e/ou 2) Estilizada e/ou 3) Realista; e relacionadas com o tipo de conteúdo. Este foi dividido em cinco partes, conforme já estabelecido no livro. Os resultados obtidos mostraram o uso mais frequente de RE classificadas como Abstratas, principalmente nos capítulos que abordam o estudo de Vias Metabólicas. Obteve-se um número menor de RE Estilizadas, que apareceram mais nas duas partes iniciais do livro e em Regulação do Metabolismo. Por fim, há pouca ou nenhuma presença de RE Realistas, apesar de terem potencial de contribuir positivamente, na compreensão da interação entre níveis macroscópicos, microscópicos e submicroscópicos.

**Palavras chave:** representações externas, letramento visual, bioquímica

### Abstract

We did a content analysis to investigate how ER (graphics, schemas, models, illustrations) are presented in a college Biochemistry textbook. All ER were classified supported by NVIVO software in 1) Abstract and/or 2) Stylized and/or 3) Realistic; and were related with content, which were separated in five parts, as established in book. The results shown the large amount use of Abstract ER, mainly in chapters that teaches Metabolic Pathways. There was less Stylized ER, which were related to structural content of Biochemistry. Lastly, there was less or none Realistic ER, despite this type have potential to contribute positively in comprehension of the interaction between macroscopic, microscopic and submicroscopic levels.

**Key words:** external representations, visual literacy, biochemistry

## Introdução

Cursos básicos de Bioquímica abordam a estrutura e funcionamento de células, tecidos e organismos do ponto de vista molecular, fato que requer dos alunos transitar entre diferentes níveis de organização: macroscópico (e.g. objeto de laboratório, organismo), microscópico (e.g. micrografia) e submicroscópico (e.g. via metabólica, molécula). Dessa forma, algo que se faz extremamente necessário e é muito importante para auxiliar na visualização desses fenômenos pelo estudante é o uso de Representações Externas (RE). As RE são modelos conceituais criados por uma comunidade científica ou até mesmo professores, que podem auxiliar o entendimento dos conceitos ou de modelos mentais por meio da representação de fenômenos no “mundo externo”. Essas ferramentas podem ser classificadas como: diagramas, desenhos, gráficos, equações matemáticas, micrografias, fotografias, entre outros exemplos (ORNEK, 2008). As RE podem ser divididas em: Abstratas (e.g. Gráficos), Estilizadas (e.g. Modelo 3D) e Realistas (e.g. Micrografia) (SCHÖNBORN; ANDERSON, 2006).

Deve-se dar atenção ao ensino de novas habilidades de letramento visual, principalmente no ensino de bioquímica, uma vez que os alunos podem interpretar uma RE apresentada a eles de forma diferente do que é esperado, podendo tomá-la por exemplo, como um modelo real, o que muitas vezes não é verídico (MENGER; ZANA; LINDMAN, 1998). Cada pessoa está inserida em um contexto histórico, social e cultural, e portanto, os significados das RE que são dados por cada indivíduo se espelham nessas ideologias (ORLANDI, 1994). Schönborn e Anderson (SCHÖNBORN; ANDERSON; GRAYSON, 2002; SCHÖNBORN; ANDERSON, 2009) ressaltam a importância do letramento visual no Ensino de Bioquímica, levantando três pontos importantes: 1) os estudantes estão expostos a muitas representações externas e de diversos tipos, 2) os estudantes devem ser capazes de desenvolver habilidades de visualização, que estão além das que normalmente adquirem, para compreender uma RE e 3) o letramento visual interfere nas aprendizagens relacionadas às RE.

Assim, tanto o autor das RE, quanto o aluno ou o professor que estejam em contato com as mesmas RE podem lê-las e interpretá-las de diferentes maneiras, isso mostra que elas não são transparentes, ou seja, existem múltiplos sentidos que podem ser produzidos por cada indivíduo sobre uma mesma RE. O professor possui um papel importante nesse letramento visual, direcionando-os para os significados trazidos pela RE, podendo evitar alguns equívocos cometidos pelos alunos, além de facilitar a compreensão e a interpretação delas. (SILVA et al., 2006). Muitas Universidades possuem cursos de licenciatura os quais formarão professores, portanto as disciplinas que são ministradas a eles influenciarão na leitura dessas RE e, conseqüentemente, no apoio ao letramento que deverá ser dado aos seus futuros alunos.

Ao longo dos anos, pesquisadores passaram a dar maior importância aos livros didáticos como objeto de estudo, realizando dois tipos de pesquisa: as que concebem o livro como um documento histórico e as que se interessam pelo livro como objeto físico (CHOPPIN, 2004). Atualmente, mapeamentos como de Ferreira e Selles (2003), Garcia e Bizzo (2010) e Emmel e Araújo (2012) ressaltam que a pesquisa com livros didáticos buscam, em sua maioria, analisar o conteúdo afim de relacioná-los com tópicos presentes, por exemplo, nos Parâmetros Curriculares Nacionais. Outras pesquisas buscam analisar os erros conceituais, destacando a importância desse material didático como, às vezes, o único meio de aprendizagem. (FREITAS; RODRIGUES, 2007). Neste sentido, esse recurso também apresenta participação fundamental no letramento visual dos alunos.

Apesar desse trabalho possuir o livro didático como objeto de estudo, nossa análise está centrada nas RE e no letramento visual, tendo sua relevância justificada com base na importância do letramento dos alunos de licenciatura que se tornarão professores,

especialmente no que diz respeito à disciplinas como a bioquímica que exigem certo nível de abstração. Portanto, investigou-se neste estudo como as RE são apresentadas em um livro didático de Bioquímica do Ensino Superior e como elas estão relacionadas com o conteúdo a que foram atribuídas.

## Objetivo

Classificar as Representações Externas de um livro de Bioquímica Básica do Ensino Superior, verificando quais tipos de RE aparecem mais e quais suas relações com os conteúdos abordados no livro.

## Materiais e Métodos

Neste trabalho utilizamos a 3ª edição do livro de Bioquímica Básica, escrito por Anita Marzzoco e Bayardo B. Torres, no ano de 2007 (MARZZOCO; TORRES, 2007). Esse livro é a principal referência na área de Bioquímica e é bastante utilizado, por alunos e professores, na disciplina, tanto no curso de Biologia como em outros cursos na área de Biológicas. Ademais, este é o livro de Bioquímica Básica, escrito por autores nacionais, mais vendido no Brasil,<sup>1</sup> nesse sentido, é relevante uma análise acerca de seu conteúdo. Ele vem acompanhado de um CD-ROM contendo algumas das RE presentes nas quatro partes nas quais o livro é didaticamente dividido: *Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas; Estrutura de Carboidratos e Lipídios, Membranas; Metabolismo: Vias Principais e Regulação do Metabolismo*. Entretanto, nem todas as RE a serem analisadas estavam incluídas no CD-ROM. Dessa maneira, as RE faltantes das quatro partes acima e da parte Exercícios e Problemas foram digitalizadas e organizadas em cinco documentos de texto.

O software NVivo<sup>®</sup> foi escolhido para organizar essas RE, pois trata-se de um *Computer-aided qualitative data analysis software* (CAQDAS), em português seria a definição de um conjunto de programas de computador orientados para o auxílio na análise qualitativa de dados. Em suma, com o software podemos realizar a codificação de textos, fotos, vídeos e áudios, por meio de um *layout* simplificado e intuitivo (LAGE, 2010). Assim, os arquivos texto contendo as RE foram importados para o NVivo<sup>®</sup>. Em seguida, foram criadas e nomeadas três categorias, baseadas na literatura consultada (SCHÖNBORN; ANDERSON, 2006): Abstratas, Estilizadas e Realistas. No software, essas categorias são chamadas de *nós*, os quais são conceitualmente definidos como estruturas para armazenamento de informações, ou locais para armazenamento de ideias, podendo representar qualquer coisa (lugares, pessoas e etc.), assumindo significados diferentes, dependendo da abordagem utilizada na pesquisa.

Os documentos de texto, chamados de *fontes*, foram abertos um a um e cada RE foi analisada e categorizada em um ou mais *nós*. Para este trabalho, foram consideradas RE Abstratas aquelas que abrangiam o uso de simbologia, como setas e palavras para demonstrar uma equação, reação ou sequência de reações; uso de informações numéricas por meio de um gráfico; uso de simbologia química, contendo os átomos e suas ligações. Os modelos, que representam uma estrutura que simula sua organização espacial, e os esquemas, que representam de maneira simplificada a relação entre as estruturas, foram consideradas RE Estilizadas. Por fim, nas RE Realistas foram agrupados os modelos que representam objetos ou estruturas reais. Além disso, quando a figura do livro trazia dois tipos diferentes de RE,

---

<sup>1</sup> De acordo com famosos sites de vendas (<http://www.buscape.com.br/mais-vendidos/livros/bioquimica/677428S>)

elas eram categorizadas em seus nós correspondentes, ou seja, uma figura que continha uma fórmula molecular e um modelo lado a lado, foi categorizada como Abstrata e Estilizada, no caso de um modelo e uma micrografia, Estilizada e Realista e, no caso de uma sequência de reações e os modelos dos órgãos do corpo, como Abstrata e Realista. Dessa forma, a soma de RE (Abstratas, Estilizadas e Realistas) não é correspondente ao número de RE por parte do livro. Alguns exemplos das RE são mostrados na figura 1.

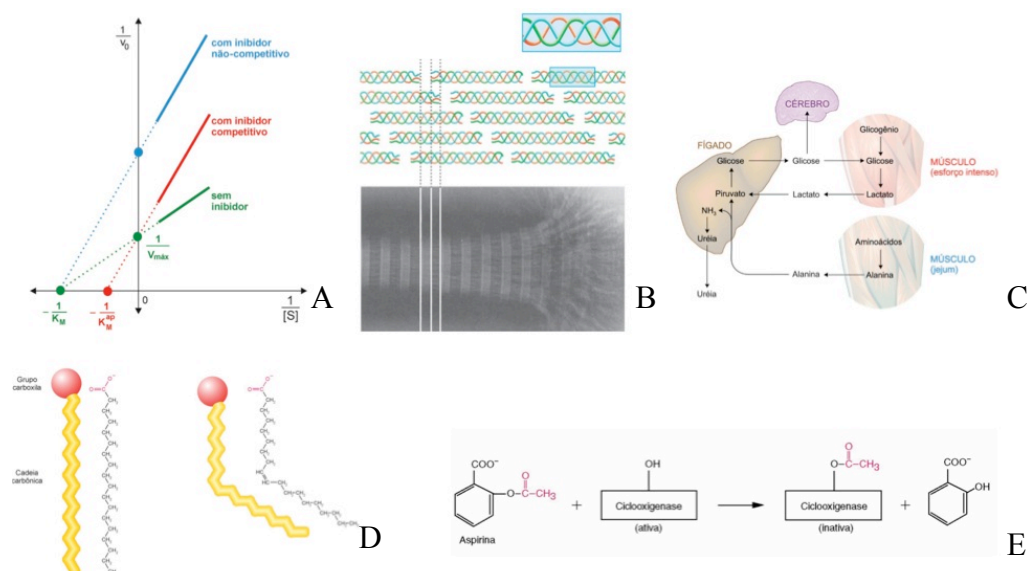


Figura 1: Exemplos dos tipos de RE categorizados. A) RE Abstrata do tipo gráfico B) RE Estilizada do tipo modelo e RE Realista do tipo Micrografia. C) RE Realista do tipo Modelo de objeto/estruturas reais e RE Abstrata do tipo Equações e/ou Reações e/ou Sequência de reações. D) RE Estilizada do tipo Modelo e RE Abstrata do tipo Fórmula Molecular/Estrutural. E) RE Abstrata do tipo Equação e/ou Reações e/ou Sequência de Reações.

## Resultados e Discussão

Após a categorização das Representações Externas, ainda utilizando o software NVivo<sup>®</sup>, foi gerada uma matriz de codificação em que as colunas selecionadas e adicionadas correspondem às cinco fontes e as linhas selecionadas e adicionadas correspondem aos três nós. Em seguida, foi construída a Tabela 1.

Partes	Total de RE/Parte	Abstrata	Estilizada	Realista
1) Conceitos Básicos, Proteínas e Enzimas	90	71	23	6
2) Estrutura de Carboidratos e Lipídios; Membranas	16	10	7	0
3) Metabolismo – Vias Principais	172	170	30	2
4) Regulação do Metabolismo	52	40	17	1
5) Exercícios e Problemas	27	27	0	0

Tabela 1: Total de RE por Parte e as quantidades das RE Abstratas, Estilizadas e Realistas em cada parte.

Verificou-se que das cinco partes em que o livro foi dividido, *Metabolismo – Vias Principais e Exercícios e Problemas* são as que possuem maior quantidade de RE Abstratas, sendo que a primeira apresenta 170 de 172 RE e a segunda 27 de 27 RE. Além disso, é possível notar que em todas as partes há um número maior de RE Abstratas. Há indícios de que isso ocorre, pois tratam-se de conteúdos compostos por muitos processos que ocorrem no nível submicroscópico, dessa forma, melhor exemplificado por esses tipos de RE.

A bioquímica envolve o estudo de moléculas e como elas estão relacionadas ao metabolismo dos seres vivos. Assim, os conceitos-chaves para o estudo dessas vias metabólicas são, basicamente, o substrato da via e seus produtos, compostos necessários para a manutenção do funcionamento da via, compostos indispensáveis para que ela seja iniciada, passos irreversíveis e mecanismos de regulação. Esses conceitos são comumente explicados por meio das equações e/ou reações químicas de cada via, possibilitando a visualização de todos os elementos em estudo, como por exemplo, na figura 1E, e também nos capítulos da Parte 3 principalmente, em *Metabolismo de Aminoácidos*, em que todas as RE Abstratas são do tipo Equações e/ou Reações e/ou Sequência de Reações. A presença de fórmulas moleculares ou estruturais também estão bastante relacionadas à essas reações, visto que, ao invés de apresentar somente os nomes dos compostos, muitas vezes a fórmula é representada para que seja possível mostrar quais modificações as moléculas sofreram na reação exposta. Além disso, muitas vezes é necessário o uso de gráficos para que se possa expressar visualmente os dados ou as variáveis dessas equações, como no capítulo *Enzimas*, em que este tipo de RE é bastante utilizado para relacionar velocidade e a concentração, tanto dos inibidores como a dos substratos (Fig. 1 A).

O número de RE classificadas como Estilizadas estão, em sua maioria, relacionadas com a parte estrutural da bioquímica. Por exemplo, no capítulo sobre *Metabolismo de Aminoácidos*, é dada ênfase nos processos de síntese e degradação dos Aminoácidos, diferente do capítulo *Aminoácidos e Proteínas*, em que há ênfase na estrutura dos aminoácidos, como eles podem formar as proteínas e interferir nas estruturas quaternárias, terciárias e secundárias. No capítulo sobre *Cadeia de Transporte de Elétrons e Fosforilação Oxidativa* as RE são utilizadas para representar o local em que as reações ocorrem, podendo facilitar a compreensão desse processo, que envolve a transferência de elétrons e a movimentação dos prótons pela membrana interna da mitocôndria. As RE Estilizadas vem de estudos da comunidade científica, que utiliza experimentos diversos para a criação de um modelo físico. O uso dessas RE menos abstratas pode contribuir para que os alunos consigam compreender a interação entre os diferentes níveis microscópico e submicroscópico (RUNDGREN; TIBELL, 2009), por exemplo, na figura 1D, em que ao lado de uma fórmula estrutural é utilizada uma representação estilizada dos ácidos graxos.

As RE Realistas aparecem em apenas quatro capítulos do livro. Esses tipos de RE são baseadas em estruturas e objetos do nível macroscópico e até alguns do nível microscópico, como o caso do cloroplasto. Embora algumas estruturas não sejam visíveis a olho nu, é possível observá-las com o auxílio de microscopia, além de não depender de técnicas como, por exemplo, cristalografia ou ressonâncias para que sejam criados os modelos físicos. Esse tipo de RE poderia estar presente em mais partes do livro didático, junto de RE mais abstratas, visando auxiliar o aluno na interpretação dos modelos físicos, além de permitir que ele transito entre os níveis de abstração como, por exemplo, na figura 1B, em que junto de uma RE Estilizada, há uma micrografia e na figura 1C em que os processos demonstrados pela RE Abstrata aparecem associados aos locais do corpo em que ocorrem.

Embora o uso de RE menos abstratas possam auxiliar o entendimento de alguns conceitos submicroscópicos, vale ressaltar que é preciso dar atenção a maneira como o conteúdo pode influenciar a escolha de uma RE, ou seja, muitas vezes a maneira de se explicar um conteúdo

é por meio daquela RE específica, por exemplo o conceito de pH ótimo de uma enzima, em que é elucidado por meio de um gráfico velocidade da reação vs. pH. Seguindo este raciocínio, se o foco do conceito não é estrutural e sim apresentar um processo, é justificável a escolha do uso de RE mais abstratas como equações ou uma sequência de reações.

Além disso, observando outros livros de bioquímica do ensino superior (VOET; VOET; PRATT, 2006) (NELSON; COX, 2008), é possível notar que há uma tendência em apresentar os mesmos conceitos utilizando RE de categorias semelhantes. Entretanto, alguns livros, como o Atlas Colorido de Bioquímica (KOOLMAN; ROEHM; WIRTH, 2005), possuem outras propostas para apresentar essas RE. Dentre os autores, há um ilustrador especialista em ilustrações científicas. O livro é organizado de maneira que nas páginas iniciais existem algumas convenções, como a cor e o símbolo de um determinado elemento químico ou os diferentes tipos de representação de uma molécula. Além de apresentar, para cada página de texto, uma página relacionada com RE explicando os conceitos abordados e, diferente do livro analisado, os autores utilizam mais de um tipo de categoria RE para representar um mesmo conceito, apresentando gráficos juntamente com modelos (Figura 2A) ou representação de objetos reais com fórmulas estruturais (Figura 2B).

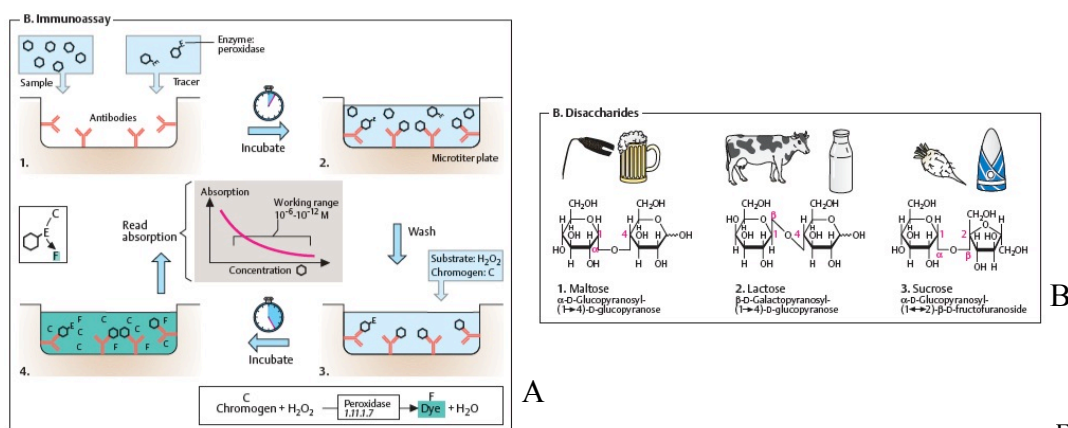


Figura 2: Exemplos das RE presentes no livro Atlas Colorido de Bioquímica. A) RE Abstrata do tipo gráfico junto da RE tipo modelo. B) RE Abstrata do tipo fórmula molecular junto da RE Realista.

## Considerações Finais

De acordo com os dados obtidos, as RE Abstratas aparecem mais do que RE Estilizadas e RE Realistas em qualquer uma das partes e essa distribuição é refletida na parte de Exercícios e Problemas, visto que todas as RE utilizadas na elaboração das questões são RE Abstratas. Além disso, de todos os conteúdos analisados, há uma maior quantidade de RE Abstratas presentes nos estudos que envolvem as Vias Metabólicas, conteúdo em que há equações, reações e sequências de reações, explicadas por reagentes, setas e produtos. Há pouca ou nenhuma RE que possa permitir o trânsito entre os diferentes níveis de organização, que poderiam facilitar a compreensão do conteúdo representado pelas RE Abstratas. Dessa forma, o presente estudo mostrou uma relação mútua entre RE Abstratas e conteúdo relacionado, por exemplo, o uso desse tipo de RE para explicar os conteúdos de vias metabólicas, que é o assunto mais trabalhado no ensino de bioquímica. Essas vias possuem processos com reações ou sequências de reações, e muitas vezes é escolhido esse tipo de RE para facilitar a explicação, e não a compreensão. O uso de RE Estilizada ou até mesmo Realista poderia permitir ao estudante uma compreensão do processo em outros níveis de abstração (RUNDGREN; TIBELL, 2009), como são usadas no caso deste livro, nos capítulos que possuem abordagem estrutural ou sobre técnicas laboratoriais.

O letramento visual é muito importante para que uma RE seja interpretada corretamente e o professor possui um papel central nesse sentido. Sua formação, portanto, faz parte do processo de ensino e aprendizagem, uma vez que se o professor é capaz de compreender a RE, é possível que ele direcione e auxilie seus alunos para a mesma leitura.

## Apoio

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES

## Referências

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Revista Educação e Pesquisa**, v. 30, n. 3, p. 549–566, 2004.

EMMEL, R.; ARAÚJO, M. C. P. DE. **A PESQUISA SOBRE O LIVRO DIDÁTICO NO BRASIL: CONTEXTO, CARACTERIZAÇÃO E REFERENCIAIS DE ANÁLISE NO PERÍODO 1999-2010** IX ANPED Sul. **Anais...**2012

FERREIRA, M. S.; SELLES, S. E. A produção acadêmica brasileira sobre livros didáticos em ciências: uma análise em periódicos nacionais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, p. 1–10, 2003.

FREITAS, N. K.; RODRIGUES, M. H. O LIVRO DIDÁTICO AO LONGO DO TEMPO: A FORMA DO CONTEÚDO. **Revista de Investigação em Artes - DAPesquisa**, v. 1, n. 3, 2007.

GARCIA, P.; BIZZO, N. A pesquisa em livros didáticos de ciências e as inovações no ensino. **Educação em Foco**, v. 13, n. 15, p. 13–35, 2010.

KOOLMAN, J.; ROEHM, K.-H.; WIRTH, J. **Color atlas of biochemistry**. 2. ed. Stuttgart: Thieme, 2005. v. 22

LAGE, M. C. Utilização do software NVivo em pesquisa qualitativa: uma experiência em EaD Using NVivo software in qualitative research: a distance learning experience. **ETD - Educação Temática Digital**, v. 12, n. mar., p. 198–226, 2010.

MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. **Bioquímica Básica**. 3<sup>a</sup>. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2007.

MENGER, F. M.; ZANA, R.; LINDMAN, B. Portraying the Structure of Micelles. **Journal of Chemical Education**, v. 75, n. 1, p. 115, 1998.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger Principles of Biochemistry**. 5<sup>a</sup>. ed. New York: W.H. Freeman and Company, 2008.

ORLANDI, E. P. Discurso, Imaginário Social e Conhecimento. **Em Aberto**, v. 14, n. 61, p. 53–59, 1994.

ORNEK, F. Models in Science Education: Applications of Models in Learning and Teaching Science. **International Journal of Environmental & Science Education**, v. 3, n. 2, p. 35–45, 2008.

RUNDGREN, C.-J.; TIBELL, L. A. E. Critical Features of Visualizations of Transport Through the Cell Membrane—an Empirical Study of Upper Secondary and Tertiary Students’ Meaning-Making of a Still Image and an Animation. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 8, n. 2, p. 223–246, 18 jul. 2009.

SCHÖNBORN, K. J.; ANDERSON, T. R. The importance of visual literacy in the education of biochemists. **Biochemistry and molecular biology education : a bimonthly publication of the International Union of Biochemistry and Molecular Biology**, v. 34, n. 2, p. 94–102, mar. 2006.

SCHÖNBORN, K. J.; ANDERSON, T. R. A Model of Factors Determining Students’ Ability to Interpret External Representations in Biochemistry. **International Journal of Science Education**, v. 31, n. 2, p. 193–232, 15 jan. 2009.

SCHÖNBORN, K. J.; ANDERSON, T. R.; GRAYSON, D. J. Student Difficulties with the Interpretation of a Textbook Diagram of Immunoglobulin G ( IgG )\*. **Biochemistry And Molecular Biology Education**, v. 30, n. 2, p. 93–97, 2002.

SILVA, H. C. et al. Cautela ao usar imagens em aulas de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 2, p. 219–233, 2006.

VOET, D.; VOET, J. G.; PRATT, C. W. **Fundamentos de Bioquímica**. 3<sup>a</sup>. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.