

# A Bioquímica a Partir de Livros Didáticos: Um Estudo dos Livros de Química Aprovados Pelo PNLEM 2007

Welington Francisco<sup>1\*</sup> (PG), Wilmo Ernesto Francisco Junior<sup>2</sup> (PQ)

<sup>1</sup>Instituto de Química de Araraquara, Universidade Estadual Paulista – UNESP, R. Prof. Francisco Degni s/n<sup>o</sup>

<sup>2</sup>Departamento de Química, Universidade Federal de Rondônia – UNIR, BR 364 Km 9,5, Sentido Acre  
[\\*10welington@bol.com.br](mailto:*10welington@bol.com.br)

*Palavras-Chave: bioquímica, livros didáticos, PNLEM.*

## RESUMO:

A Bioquímica possui muitas interfaces com a Química, possibilitando a contextualização de conceitos científicos. Ao mesmo tempo, os livros didáticos aparecem como um material bastante utilizado pelos professores e de grande relevância na sala de aula, principalmente com as novas políticas públicas federais de distribuição de livros aos alunos de escolas públicas. Considerando tais fatores, este trabalho investigou aspectos da Bioquímica nos livros de Química aprovados pelo PNLEM 2007, especialmente a presença de conceitos equivocados, o uso de imagens e a presença de experimentos. Os resultados revelaram uma apresentação superficial da Bioquímica, na maioria dos casos, assim como a presença de alguns conceitos inadequados. A presença de imagens, sobretudo fotografias, é muito comum. Entretanto, se observou um pouco aproveitamento das imagens como promotoras da aprendizagem. Propostas experimentais foram encontradas em apenas dois livros, sendo que apenas um apresenta sugestões para o uso dos experimentos, bem como cuidados a serem tomados.

## INTRODUÇÃO

A Bioquímica, por si só, representa uma área interdisciplinar, uma vez que possui como base as ciências químicas e biológicas. Atualmente, está em voga uma variedade de temas concernentes a essa área científica, como células-tronco, transgênicos, clonagem, biopirataria, dentre outros, que exigem não apenas conhecimentos científicos, mas que envolvem aspectos sociais, políticos, econômicos e até religiosos. Santos e Schnetzler (1996), em pesquisa realizada com professores de Química, reportaram que a Bioquímica aparece como um dos dez temas com os quais a Química pode ser abordada socialmente. Logo, a Bioquímica constitui-se num nicho temático muito rico e promissor para abordagens interdisciplinares, contextualizadas social e experimentalmente (Francisco Junior e Francisco, 2006). Tratando-se de uma interface da Química, é fundamental que os professores dessa disciplina tenham uma formação acadêmica que garanta os conhecimentos necessários à condução de atividades didáticas abarcadas por temas bioquímicos.

Para tanto, entende-se que o conhecimento em Bioquímica preconiza um conhecimento concomitante de Química. Todavia, a recíproca não é verdadeira, ou seja, nem sempre o professor de Química tem sólidos conhecimentos de Bioquímica. A constituição, de certa forma tardia, da Educação Bioquímica no Brasil, como aponta Loguercio, Souza e Del Pino (2007), aliada a falta de consolidação de disciplinas de Bioquímica nos cursos de graduação em Química, contribuem para tal fato. A maioria dos cursos superiores em Química geralmente coloca a Bioquímica em segundo plano, se comparada às áreas tradicionais como Química Orgânica, Físico-Química, Química Analítica ou Inorgânica. Uma análise rápida da grade curricular dos cursos de Química do país, sobretudo àqueles voltados à formação docente, demonstrará que na maioria dos casos existem apenas disciplinas introdutórias à Bioquímica, com duração máxima de um semestre.

Tal questão é preocupante, uma vez que os professores de Química findam os cursos de graduação apenas com conhecimentos superficiais de Bioquímica e conseqüentemente, caso abordarem o tema no Ensino Médio, muito provavelmente o recurso será o livro didático.

Os livros didáticos são importantes mecanismos de homogeneização de conceitos, conteúdos e abordagens de ensino (Schnetzler, 1981; Lopes, 1992). Em algumas situações podem ser a única alternativa para se recorrer e, com certeza, norteiam o trabalho de muitos professores. Além disso, os livros didáticos têm vasta abrangência, engendrando um grande mercado econômico. Como em “qualquer tipo de mercadoria”, aspectos como propaganda, preço, acesso e qualidade influenciam a escolha por um ou outro livro. Santos e Mol (2005) relatam que os professores não estão habituados a analisar livros didáticos baseados em critérios fundamentados teoricamente. Na maior parte dos casos, os critérios limitam-se a aspectos como conteúdo, exercícios de vestibulares, alguma alusão ao dia-a-dia dos alunos e, sobretudo, ao aspecto econômico, como descrevem Loguercio, Samrsla e Del Pino (2001). Os mesmos autores apontam que o aspecto econômico é determinante na escolha de livros didáticos em volume único em detrimento aos livros divididos em três volumes. No caso da Bioquímica em livros de Química, um trabalho recente (Francisco Junior, no prelo) aponta aspectos preocupantes na maioria dos livros de Ensino Médio analisados. Dentre esses aspectos, podem ser destacados a presença de problemas conceituais e a quase ausência de experimentos.

Com as novas políticas públicas federais destinadas ao Ensino Médio, sobretudo, o Plano Nacional do Livro Didático Para o Ensino Médio (PNLEM), a influência desse material será ainda maior, uma vez que está prevista a distribuição de Livros Didáticos aos alunos de escolas públicas. Diante disso, é imprescindível que os professores reflitam sobre os livros que utilizam, tanto a partir de diálogos com os colegas como mediante análises divulgadas. Partindo dessa premissa, o objetivo geral desse estudo foi analisar como a Bioquímica é abordada nos livros didáticos de Química aprovados pelo Plano Nacional do Livro Didático Para o Ensino Médio 2007 (PNLEM) e, deste modo, proporcionar subsídios para a escolha desses materiais.

## **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Foram selecionadas para o presente estudo as obras aprovadas pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLEM) 2007 para a área de Química. Para facilitar a descrição, os compêndios receberam códigos de A a F. Os títulos com seus respectivos autores, editoras, ano de publicação e edição encontram-se na Tabela 1.

**Tabela 1: Livros analisados e os respectivos títulos, autores, editoras, ano de publicação (impressão) do exemplar analisado e edição.**

Livro	Título	Autor(es)	Editora	Ano	Edição
A	Química para o ensino médio	Eduardo Mortimer e Andréa Machado	Scipione	2005	1ª
B	Universo da Química	José Carlos Bianchi, Carlos H. Albrecht e Daltamir Justino Maia	FTD	2005	1ª
C	Química na abordagem do cotidiano – volume 3	Tito e Canto	Moderna	2003	3ª
D	Química e sociedade	Gerson Mol, Wildson Santos (coord.)	Nova Geração	2005	1ª
E	Química Total	Olímpio S. Nóbrega, Eduardo R. Silva e Ruth H. Silva	Ática	2007	1ª
F	Química – volume 3	Ricardo Feltre	Moderna	2004	6ª

Para análise dos livros foram consideradas três categorias: (i) apresentação e rigorosidade conceitual do conteúdo bioquímico; (ii) imagens relacionadas aos conteúdos bioquímicos e (iii) abordagem experimental dos conceitos bioquímicos. A primeira categoria de análise mapeou a abrangência do conteúdo, isto é, se eles foram apresentados em capítulos ou módulos distintos, se aparecem apenas sucintamente dentro de unidades maiores, como por exemplo, a Química Orgânica, assim como a presença ou ausência de determinado assunto ou tema. Considerou-se também a presença de erros conceituais e/ou o aparecimento de termos em desuso atualmente dentro da Bioquímica.

Assumindo que as imagens são fundamentais no ensino de Química e de Ciências de uma forma geral, pela capacidade de fomentar representações mentais ou até mesmo evocar interesses e motivações, a análise de imagens relacionadas a conteúdos bioquímicos configurou umas das categorias selecionadas. As variáveis de análise foram, principalmente, a funcionalidade didática da imagem e o tópico que a sustenta. A funcionalidade refere-se ao objetivo didático ao qual a imagem se propõe e, segundo Diéguez (1978), elas podem ser: motivadoras, informativas, explicativas ou redundantes. O tópico que a sustenta estabelece o assunto bioquímico relativo à imagem.

A terceira categoria mapeou a presença ou ausência de propostas experimentais que tangessem a Bioquímica, bem como a concepção de Ciência por detrás dessa abordagem experimental, isto é, se os experimentos têm apenas a função de ilustrar conceitos, ou, se por outro lado, são empregados de forma investigativa. Também foram analisados aspectos relacionados à exeqüibilidade dos experimentos. Em outras palavras, se os experimentos são de fácil realização quanto aos métodos e materiais empregados, se aparecem alertas em relação aos cuidados com o manuseio e descarte dos reagentes e produtos, se o tempo de execução é levado em consideração, bem como se aparecem sugestões de discussões e/ou formas para a utilização do experimento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### **Categoria (i): Apresentação e rigorosidade conceitual do conteúdo bioquímico**

Em termos da presença de conteúdos bioquímicos, os livros C e D são os únicos que dedicam módulos específicos para cada biomolécula (carboidratos, lipídeos e proteínas). Os livros A e E, por sua vez, não abordam conteúdos bioquímicos, somente tecem alguns comentários sobre os carboidratos e a estrutura do DNA e das proteínas. As demais obras apresentam os conceitos de forma resumida.

No que cinge aos aspectos conceituais, emergem algumas preocupações sobre o que é apresentado. Praticamente todos os livros trazem algum tipo de equívoco conceitual. O Livro D apresenta que: “os três grupos fundamentais apresentados na Bioquímica são: carboidratos, lipídeos e proteínas” (Livro D, p. 508). Tal afirmação é inválida sob o ponto de vista conceitual, visto serem os carboidratos, os lipídeos, as proteínas e os ácidos nucleicos os grupos de estudo da Bioquímica. Os ácidos nucleicos são também um grupo fundamental, não só devido a sua importância na revolução genômica fomentada por seus estudos, mas e, principalmente, por serem os responsáveis pelas características fenotípicas e genotípicas de distintas formas de vida.

Problemas em relação à apresentação das biomoléculas também foram verificados no Livro F, que traz (p. 319): “Podemos dividir as macromoléculas (ou polímeros) em naturais e sintéticas. Dentre as naturais estudaremos, neste capítulo, os glicídios (em que se incluem os açúcares); no capítulo 15, os lipídios (em que se incluem os óleos vegetais e gorduras vegetais e animais); (...)”. A rigor, os lipídeos não são polímeros. Um polímero possui unidades básicas, os monômeros, que se repetem ao longo da cadeia. Isso não é observado nos lipídeos. Mesmo os carboidratos, quando aparece como monossacarídeos, por exemplo, também não podem ser denominados de polímeros.

Dos livros aprovados pelo PNLEM 2007, apenas os Livros D e F definem satisfatoriamente os lipídeos, debatendo o aspecto em comum com o qual moléculas tão diferentes são enquadradas em uma mesma classe. No caso dos lipídeos, a insolubilidade em água, ou, a solubilidade em solventes não polares, aparece como característica definidora dessas moléculas. Essa característica é a responsável por se agrupar, em uma mesma classe de biomoléculas, os mais distintos compostos em relação aos aspectos químicos estruturais. O fato dos livros abordarem apenas os ácidos graxos, os triacilgliceróis e, em alguns casos, as ceras, contribui para o problema de definição conceitual. O livro B, por exemplo, limita-se à discussão dos óleos e gorduras sem ao menos diferenciá-los conceitualmente.

Problemas também foram encontrados na abordagem dos carboidratos (açúcares). No livro B não aparece definição clara do que sejam os carboidratos. Já o Livro F, embora defina os carboidratos corretamente, classifica os monossacarídeos como “oses” e os polissacarídeos como “osídeos”. Tal denominação não é adequada, pois esses termos referem-se a um sufixo. É uma diferenciação a qual nada se relaciona com a estrutura química das moléculas, portanto, desnecessária, visto que se trata de uma questão lingüística e não química. Outrossim, a mesma obra retrata um esquema de classificação dos carboidratos que, além de reportar classificações desnecessárias sob o ponto de vista químico, podem confundir o leitor com o excesso de informação, uma vez que privilegia a memorização em detrimento da compreensão dos aspectos químicos estruturais.

No que tange aos aminoácidos e às proteínas não há problemas quanto à definição. Porém, o livro F traz uma classificação desnecessária quanto ao número de grupos amina e carboxila em um aminoácido. Aqui, novamente, há um privilégio da memorização que poderia ser evitado, visto que não contribui em termos conceituais

para a compreensão das proteínas. Vale sublinhar, todavia, duas importantes questões. A primeira refere-se à discussão de aminoácidos essenciais na dieta. No Livro C, os autores trazem: “Dos vinte aminoácidos encontrados nas proteínas, alguns são essenciais ao ser humano” (Livro C, p. 206). Mais a frente complementa: “ou seja, não são sintetizados pelo organismo e, portanto, precisam estar presentes na dieta alimentar” (Livro C, p. 206). O livro traz até uma tabela na qual consta os aminoácidos essenciais e os não essenciais. Embora livros textos de Bioquímica também reportem tal idéia, na realidade, todos os aminoácidos são essenciais ao ser humano. A questão subjacente é a necessidade de ingestão de alguns aminoácidos por meio da dieta alimentar, uma vez que estes não são biossintetizados. Ainda assim, tais aminoácidos não são mais essenciais do que os aminoácidos sintetizados pelo organismo.

Merece destaque também a analogia da chave-fechadura, ilustrada pela Figura 1, empregada na explicação do fenômeno de catálise enzimática pelos Livros C e F. É descrito pelo Livro C, por exemplo, que a enzima possui “um formato tal que permite à(s) substância(s) reagente(s), denominada(s) de substrato(s), se encaixar(em) perfeitamente nela, da mesma maneira como apenas uma chave com o formato certo encaixa em uma determinada fechadura e é capaz de abri-la” (Livro C, p. 208, grifo nosso). Tal idéia, além de bioquimicamente equivocada, configura 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. Esse é um dos cuidados quando do uso de analogias no ensino de Química e ciências de um modo geral, não utilizar elementos que tratam de fenômenos não correspondentes, fato comum em muitos livros de Química (Monteiro e Justi, 2000).

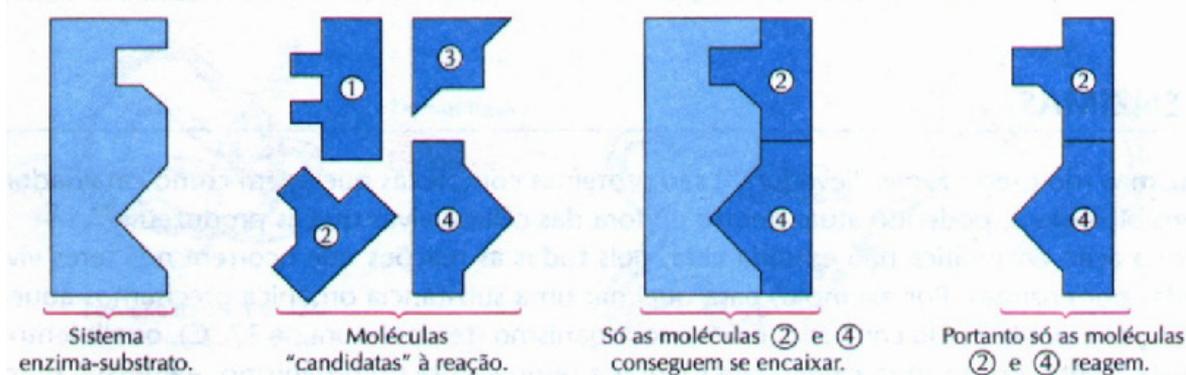


Figura 1. Esquema do modelo chave-fechadura para explicar o processo de catálise enzimática (Livro F, p. 370).

Partindo da premissa de que os conteúdos bioquímicos requerem alguns pré-requisitos (ligações químicas, polaridade de moléculas, interações intermoleculares etc), seria interessante a retomada ou a sugestão para que tais assuntos sejam revistos. O próprio modelo chave-fechadura discutido acima se baseia na interação intermolecular entre o substrato e a enzima. Daí que a Bioquímica constitui-se também numa forma de rever conceitos químicos apresentados previamente. Essa é uma segunda maneira pela qual é possível abordar os conceitos bioquímicos, mas que também não é explorada pelas obras analisadas.

### **Categoria (ii): Imagens relacionadas aos conteúdos bioquímicos**

Uma característica observada, de forma até predominante, é o apelo a um grande número de imagens. De maneira geral, os livros se destacam pelo aspecto gráfico. Observam-se muitas figuras, sendo a maioria colorida. Apenas o livro B possui qualidade gráfica notadamente inferior aos demais. A análise revelou a presença de um total de 100 imagens relacionadas a conteúdos de Bioquímica. Entretanto, alguns até exageram no apelo às imagens, em detrimento a discussão conceitual de alguns tópicos. Outrossim, a maior parte das imagens ocorrem à margem dos textos. Dificilmente aparecem durante o texto escrito.

Verificou-se também que as imagens do tipo fotografias predominam (53% do total de imagens). Devido ao seu alto grau de iconicidade, as fotos são utilizadas, em geral, como garantia da existência do fato, estimulando o aluno pela sua força de realidade ao descrever fenômenos ou situações com uma relação bem próxima do observável, ou, ainda buscando motivação para determinado conteúdo. A iconicidade refere-se ao grau de realidade trazido pela imagem. Basicamente, as imagens predominantes nos livros analisados foram fotografias e representações estruturais.

Um aspecto interessante apresentado pelo livro F é a introdução de charges durante o texto. As charges são um tipo de representação figurativa não realista (Silva e Martins, 2008.) e adquirem uma função artística que pode ser motivadora, informativa ou até mesmo problematizante em alguns casos. No entanto, por tratarem de uma realidade de forma distorcida, devem ter atenção especial do leitor, visto que a mensagem não é clara na maioria dos casos.

Em relação à função didática das imagens, foram consideradas 4 categorias, conforme proposta de Diéguez (1979), sendo elas:

- **Função motivadora** – quando o objetivo é apenas captar a atenção do aluno, visto a narrativa ser, por si, suficientemente esclarecedora. *Não se estabelece um processo de interação verbo-icônica;*
- **Função informativa** – quando a imagem assume o primeiro plano do discurso didático, relegando o discurso verbal para funções de decodificação ou explicação da mensagem icônica;
- **Função explicativa** – quando a uma imagem visa explicar graficamente um processo, uma relação ou uma seqüência temporal;
- **Função redundante** – quando a imagem carrega uma mensagem já expressa claramente pelo discurso verbal.

A Tabela 2 retrata o total de imagens que aparece em cada um dos livros analisados, bem como a distribuição das ilustrações nas categorias acima reportadas. Das 100 imagens relacionadas a conteúdos bioquímicos, 59% delas estão presentes no livro F. Isso pode ser explicado pelo fato desse livro ser o único a destinar capítulos inteiros aos carboidratos, aos lipídeos e às proteínas. O livro B, o segundo a apresentar a maior abrangência de conteúdos bioquímicos, também é segundo no número de imagens (28%).

**Tabela 2: Quantidade de imagens divididas por funções didáticas e o total de imagens para cada livro didático.**

Livros	Categorias				Total
	Motivadora	Informativa	Explicativa	Redundante	
A	-*	-	-	-	-
B	1	-	1	-	2
C	9	5	7	7	28
D	2	6	3	0	11
E	-	-	-	-	-
F	18	19	19	3	59

A leitura visual sempre foi importante ao ser humano. As imagens significam mais do que representações de objetos, despertando sentimentos além da percepção visual. Por meio da percepção visual pode ser feita a primeira leitura dos fenômenos. Entretanto, a elevada quantidade de imagens não é sinônimo de seu uso adequado. Nos livros analisados, percebeu-se uma maior tendência no uso de imagens de caráter motivador, informativo e explicativo, todos com 30% de ocorrência.

Imagens com função motivadora buscam captar a atenção do leitor para o tema, porém, sem estabelecer correspondência com o texto. Daí que tais imagens geralmente apresentam um alto grau de iconicidade, sendo a maior parte fotografias coloridas. No caso das imagens informativas, a fotografia é também a forma preferida de deter a atenção do leitor. Porém, neste caso, o texto escrito é o veículo das informações. Isso, quase que invariavelmente, ocorre por meio das legendas. A Figura 2 busca ilustrar tais aspectos mediante imagens extraídas do Livro D.



**Figura 2. Figura 2A (Livro D, p. 521) exemplifica o caso de uma imagem motivadora, que capta a atenção do leitor, porém não estabelece interação entre a fotografia e o texto. Já na Figura 2B (Livro D p. 524), por sua vez, a fotografia capta a atenção do leitor, mas é o texto que traz a mensagem a ela associada.**

Em termos didáticos, a escolha de uma ou outra imagem deve estar imbricada ao texto correspondente, que, por sua vez, exige expressão mais ou menos detalhada e certa fidelidade de representação. Portanto, ao empregar imagens deve-se buscar coerência com o processo ensino/aprendizagem do conteúdo em foco. Um mesmo conteúdo pode ser ilustrado com imagens de diferentes graus de iconicidade, sendo necessário considerar a função pretendida na sua utilização como recurso didático. Ao mesmo tempo, o professor deve estar atento para discutir as imagens em si, baseado

no papel que elas assumem enquanto recurso didático. Ainda que o texto as traga com uma função específica, o professor ao fazer uso do livro, pode, em alguns casos, expandir a discussão da imagem muito além daquela trazida pelo livro didático.

Por exemplo, a Figura 3 aparece após um texto que retrata a clonagem gênica. Tal ilustração adquire a função motivadora, à medida que evoca a atenção do aluno para o avanço tecnológico, em específico para o tema clonagem.



Figura 3. Charge apresentada pelo Livro F (p. 334).

Entretanto, o professor pode aproveitar a mesma imagem para uma discussão muito mais ampla, de função problematizadora, caso apresente questões do tipo: Em que extensão a clonagem pode ajudar a vida do ser humano? A clonagem pode trazer conseqüências ruins ao ser humano? Será que todos os países, ricos e pobres, seriam beneficiados da mesma forma? Essas e outras indagações podem ser suscitadas no intuito de ampliar a visão sobre o tema. Daí a relevância da formação técnica do professor para discutir as questões científicas, econômicas e sociais do tema, assim como conseguir utilizar o recurso didático da melhor maneira possível.

Imagens de função didática redundante (Figura 4), que tiveram apenas 10 % de ocorrência, também podem atuar de maneiras distintas. Ao mesmo tempo em que podem fortalecer a importância de uma dada idéia ou conceito, podem confundir o leitor. Na medida em que a imagem é dispensável à compreensão conceitual, haja vista o texto ser capaz de trazer à tona as principais informações, elas podem tornar-se poluição visual, perdendo sua potencialidade didática. Por sua vez, imagens explicativas assumem papel de sobremaneira importante em alguns casos, como a explicação de processos e a representação de algo que não é possível visualizar, por exemplo, estruturas protéicas e de DNA.



Figura 4. Exemplo de imagem redundante (Livro C, p. 211). O texto traz a mensagem sobre a presença de celulose na constituição da madeira, estando a fotografia à margem do texto sem carregar nenhuma outra informação adicional.

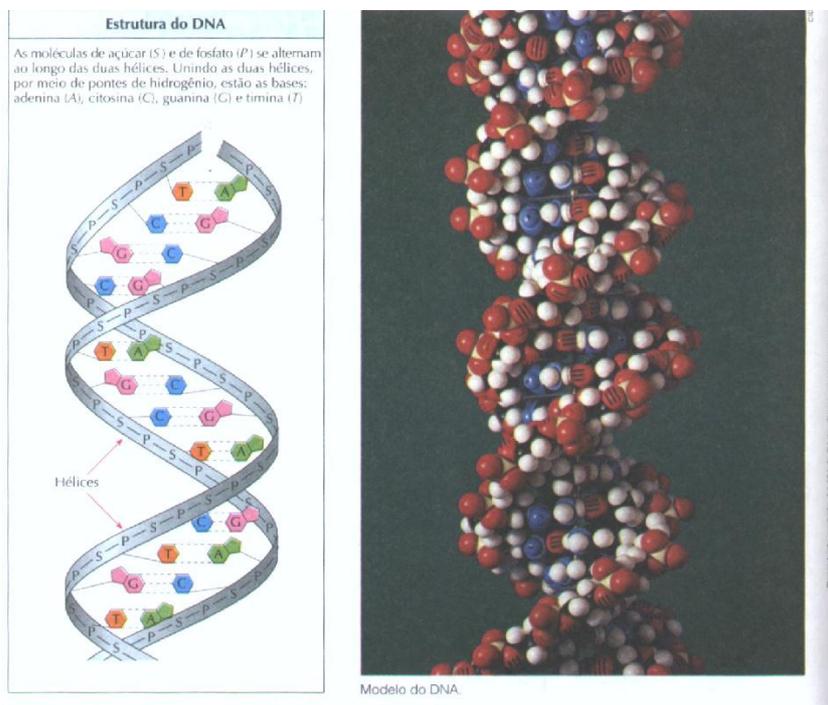


Figura 5. Representações da estrutura do DNA presentes no Livro F (p. 330).

Imagens explicativas tais quais as apresentadas pela Figura 5 são imprescindíveis à formulação do conhecimento científico, uma vez que sua compreensão requer o trânsito entre os níveis macroscópico, sub-microscópico e representacional. As imagens podem ser, nesse sentido, o elo entre os níveis representacional e sub-microscópico. Todavia, não se deve perder de vista a necessidade de discutir esses modelos representacionais dos conceitos científicos, caindo assim, em um pensamento imediatista, de que as imagens por si são suficientes. Isso é o que, de maneira geral, está ausente nos livros analisados. As imagens não debatidas, tendo como pano de fundo, seus papéis didáticos. É imperioso demandar atenção às imagens explicativas, sobretudo àquelas responsáveis pela representação de estruturas e fenômenos microscópicos, visto que a simples visualização, prescindida da discussão crítica dos níveis macroscópico, sub-microscópico e representacional, não se traduz em aprendizagem. Entretanto, como reporta também Lopes (1992), a maior parte dos livros tende a utilizar imagens de apelo fácil, as quais visam permitir ao aluno a associação imediata com idéias que lhes são familiares. Por outro lado, pouca atenção é dada a problematização dos conceitos e a tentativa de desenvolver o raciocínio do leitor.

Outro aspecto de fundamental importância é quando as imagens funcionam como obstáculos epistemológicos, sobretudo animistas. Isso ocorreu principalmente no livro F, cuja característica fundamental no uso das imagens é a apresentação de charges. Como assinalado, as charges tratam a realidade de forma distorcida, pois a mensagem não é clara, como ilustra a Figura 6.

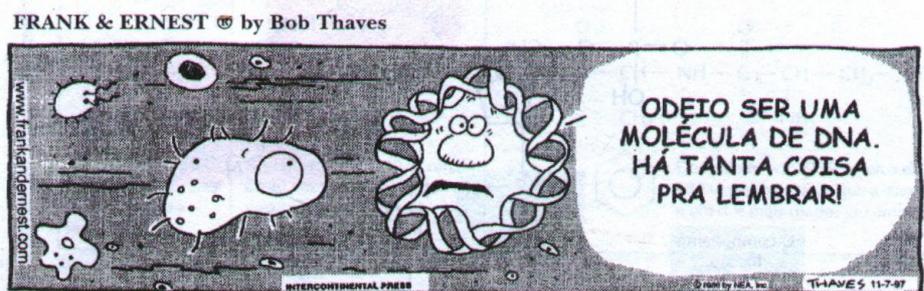


Figura 6. A molécula de DNA adquire vida, característica apresentada por obstáculos epistemológicos animistas (Livro F, p. 330).

Tal imagem carrega a mensagem de que as moléculas de DNA transportam todas as informações genóticas e fenotípicas dos seres vivos, mas, faz isso atribuindo vida às moléculas de DNA, ao mesmo tempo em que estabelece uma metáfora entre a lembrança e o código genético, cujo princípio é o pareamento das bases nitrogenadas. Os obstáculos epistemológicos de caráter animista configuram-se justamente pela atribuição de um valor fenomenológico superior a fenômenos, objetos, moléculas, átomos, dentre outros, os quais passam a ser dotados de vida. Segundo Lopes, nos obstáculos epistemológicos animistas, “as prioridades ou conceitos físicos apresentados são dotados de vida e as embrionárias tentativas de explicação são carregadas de metáforas tendo por base o ser vivente” (Lopes, 1992, p.256).

### **Categoria (iii): Abordagem experimental dos conceitos bioquímicos**

Em relação à presença de experimentos, foram encontrados três experimentos no livro C e dez experimentos no livro F, totalizando 13 propostas de atividades experimentais. Dado que os experimentos estão concentrados em apenas duas obras, a abordagem experimental de conteúdos bioquímicos nos demais livros aprovados pelo PNLEM 2007 deixa a desejar. Mesmo os livros alternativos (A e D), que merecem destaque pela ênfase dada a abordagem experimental, tanto em quantidade como em qualidade, não apresentam experimentos envolvendo conteúdos bioquímicos. Isso pode ser explicado pelo fato de, embora tais livros tenham uma abordagem temática, eles não tratam a Bioquímica como um tema. O livro D, por exemplo, aborda os conteúdos bioquímicos dentro de um tema maior. De tal maneira, verifica-se a ausência de experimentos relacionados aos conteúdos bioquímicos nessas obras.

Em relação aos experimentos apresentados pelo livro C, os três são de caráter ilustrativo e abarcam conceitos sobre lipídeos (dois experimentos) e carboidratos (um experimento). Os autores não apresentam nenhum tipo de orientação para a proposta, seja em termos de procedimento, tempo de execução, cuidados ou forma de conduzir a atividade. Apenas se discutem os resultados com base na teoria apresentada. Embora isso já seja uma evolução comparada aos demais livros analisados, bem como a outros livros de Química analisados (Francisco Junior, no prelo), quando utilizados dessa forma, os experimentos só vêm a confirmar a teoria apresentada previamente, carregando uma concepção de ciência como verdade absoluta. Portanto, os autores não utilizam a máxima potencialidade didática que esse recurso apresenta.

Já os experimentos apresentados pelo livro F possuem um caráter investigativo. Dois experimentos aparecem no capítulo que versa sobre carboidratos, cinco no capítulo sobre lipídeos e três no capítulo sobre proteínas. Todos os experimentos são apresentados ao fim dos capítulos e possuem orientações quanto

aos procedimentos, cuidados e discussões. Não são apresentados, porém, questões referentes ao tempo de execução e ao descarte dos reagentes e produtos. Inicialmente são apresentados os materiais, seguidos pelo procedimento e algumas questões que visam problematizar os resultados experimentais. Tal forma de abordar a experimentação aproxima-se do conceito de experimentação problematizadora proposto por Francisco Junior, Ferreira e Hartwig (2008). Contudo, se tratando de texto com fins didáticos, é recomendável que os resultados experimentais previstos sejam discutidos de forma crítica, assim como as possíveis fontes de erro. Não necessariamente os resultados precisam ser discutidos após o experimento, podem vir ao final do livro ou como material suplementar (CDs, DVDs, páginas na internet). Mas, a apresentação e discussão dos resultados previstos, até mesmo com fotografias ou sugestões para a consulta em materiais suplementares, funcionam tanto para orientar os professores, quanto para explicar os resultados ao leitor. Prescindido dessas informações, o leitor desconhece os motivos do resultado experimental, podendo não se interessar em buscá-las, fato que acarretaria prejuízos em termos de aprendizagem.

Sendo cunhada, basicamente, pela Química e pela Biologia, duas ciências de caráter experimental, a presença de experimentos pode e deve ser explorada pelos livros didáticos. Os resultados aqui apresentados são preocupantes, uma vez que existem propostas de experimentos relativos à Bioquímica (Francisco Junior e Francisco, 2006; Souza e Neves, 2006; Francisco Junior, 2007) que poderiam ser aproveitadas no Ensino Médio e até mesmo no Ensino Superior. Porém, a maioria dos livros didáticos em Química parece ignorar a relevância da experimentação. Segundo Lufti, alguns autores

Conseguiram construir um curso de Química em que os fatos experimentais não existem! Evidentemente, como no exame vestibular não há fase prática, as editoras acham que os livros não têm porquê trazer esse aspecto. Mas como aprender Química sem manusear as substâncias? Só inventando outra química! E é isso que foi feito – um curso de cálculo em cima de problemas pretensamente químicos; um curso de nomenclatura de compostos químicos (Lufti, 2005, p. 56-57).

Utilizar a experimentação como recurso didático não significa, necessariamente, utilizar reagentes, equipamentos ou laboratório sofisticados e, portanto, de difícil acesso às escolas públicas. Mais do que o experimento em si, a forma como o mesmo é conduzido adquire um papel imprescindível para sua potencialidade em termos didáticos. Por isso, é recomendável que a sugestão de experimentos não prescindia de orientações, tanto concernentes aos cuidados com os reagentes, resíduos e tempo de execução, como também à forma de conduzir a atividade e às discussões que podem ser suscitadas a partir dos mesmos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília, 2002.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Linguagens, códigos e suas tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002. 244p.

DIÉGUEZ, J. L. R. *Las Funciones de la imagen en la enseñanza*. 2ª ed. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1978.

FRANCISCO JR., W. E.; FRANCISCO, W. Proteínas: Hidrólise, precipitação e um tema para o ensino de Química. *Química Nova na Escola*, n. 23, p. 12-16, 2006.

FRANCISCO JR., W. E. Carboidratos: Estrutura, propriedades e funções. *Química Nova na Escola*, n. 29, p. 8-13, 2008a.

FRANCISCO JR., W. E. Bioquímica no Ensino Médio?! (De)Limitações a partir da análise de alguns livros didáticos de Química. *Ciência & Ensino*, (no prelo).

LOGUERCIO, R. Q.; SAMRSLA, V. E. E.; DEL PINO, J. C. A dinâmica de analisar livros didáticos com os professores de Química. *Química Nova*, v. 24, n. 4, p. 557-562, 2001.

LOGUERCIO, R. Q.; SOUZA, D.; DEL PINO, J. C. Mapeando a educação em bioquímica no Brasil. *Ciências & Cognição*, v. 10, n. 1, p. 147-155, 2007.

LOPES, A. R. C. Livros didáticos: Obstáculos ao aprendizado da ciência química I – Obstáculos animistas e realistas. *Química Nova*, v. 15, n. 3, p. 254-281, 1992.

LUFTI, M. *Os Ferrados e os Cromados: Produção social e apropriação privada do conhecimento químico*. 2ª ed. Ijuí: Unijuí. 2005.

MONTEIRO, I. G.; JUSTI, R. S. Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. *Investigações em ensino de Ciências*, v. 5, n. 2, p. 48-79, 2000.

MORTIMER, E. F. A Evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário. *Em Aberto*, v. 40, p. 25-41, 1988.

SANTOS, S. M. O.; MOL, G. S. Critérios de avaliação de livros didáticos de Química para o ensino médio. In: *Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Bauru, 2005.

SANTOS, W. P.; SCHNETZLER, R. P. Função Social: O que significa ensino de química para formar o cidadão? *Química Nova na Escola*, n. 4, p. 28-34, 1996.

SOUZA, K. A. F. D.; NEVES, V. A. Bioquímica de Alimentos na web: proposta de um site de apoio às aulas experimentais presenciais ou à distância. *Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular*, v. 6, n. 2, p. D1-D10, 2006. Disponível em: <http://www.bdc.ib.unicamp.br/rbebbm/visualizarMaterial.php?idMaterial=185>. Acessado em: 22/10/2008.

SCHNETZLER, R. P. Um estudo sobre o tratamento do conhecimento químico em livros didáticos brasileiros dirigidos ao ensino secundário de química de 1875 a 1978. *Química Nova*, v. 4, n. 1, p. 6-15, 1981.

WARTHA, J. E.; FALJONI-ALÁRIO, A. A contextualização no ensino de química através do livro didático. *Química Nova na Escola*, n. 22, p. 42-47, 2005.