

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

André Simões Pires

BIOQUÍMICA NO LIVRO DIDÁTICO DE ENSINO MÉDIO:
Um distanciamento da realidade do aluno?

Porto Alegre
Dezembro/2011

André Simões Pires

**BIOQUÍMICA NO LIVRO DIDÁTICO DE ENSINO MÉDIO:
Um distanciamento da realidade do aluno?**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Comissão de Graduação do Curso de Ciências Biológicas
– Licenciatura da Universidade Federal do Rio Grande do
Sul, como requisito parcial e obrigatório para obtenção do
grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. José Cláudio Fonseca Moreira

Porto Alegre
Dezembro/2011

*"Se fosse ensinar a uma criança a beleza da música
não começaria com partituras, notas e pautas.
Ouviríamos juntos as melodias mais gostosas e lhe contaria
sobre os instrumentos que fazem a música.
Aí, encantada com a beleza da música, ela mesma me pediria
que lhe ensinasse o mistério daquelas bolinhas pretas escritas sobre cinco linhas.
Porque as bolinhas pretas e as cinco linhas são apenas ferramentas
para a produção da beleza musical. A experiência da beleza tem de vir antes".*

(Rubem Alves)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Irurá e Maria Cristina, por serem ótimos exemplos de pessoas e por apoiarem as minhas escolhas profissionais.

Não posso deixar de agradecer também aos meus amigos, pelos momentos de alegria, conforto, angústias e conquistas que eles me proporcionaram ao longo dos nossos (já muitos) anos de convivência.

Aos colegas do laboratório 32 do Departamento de Bioquímica da UFRGS agradeço pelo ótimo ambiente de trabalho, que une bom humor e comprometimento com a pesquisa, se tornando assim um lugar agradável.

Às professoras da banca que aceitaram o meu convite, e que foram fonte de inspiração ao longo da parte final da minha graduação: Eunice Kindel, a pessoa mais organizada e disposta a ajudar que tive o prazer de conhecer, e Russel Dutra da Rosa, um exemplo de paciência e compreensão.

Como não poderia deixar de ser, gostaria de agradecer ao meu orientador José Cláudio Fonseca Moreira por me orientar desde o início da minha faculdade na iniciação científica, por se aventurar comigo nessa experiência de realizar um trabalho de conclusão de curso de licenciatura, por tornar a bioquímica uma ciência apaixonante e por me ajudar a crescer, sabendo o momento de ser amigo e o momento de ser orientador.

Por fim gostaria de agradecer aos meus alunos do período de estágio pelo carinho que sempre demonstraram e por me inspirarem, mesmo que indiretamente, a realizar este trabalho.

MUITO OBRIGADO!

RESUMO

Diversos conteúdos têm sido ensinados de forma descontextualizada dentro da área da biologia, sendo um deles a bioquímica. A bioquímica é um dos assuntos mais presentes no cotidiano dos alunos, pois compreende diversos processos presentes no seu dia a dia. O livro didático como principal ferramenta utilizada nas escolas tem sido cada vez mais aperfeiçoado graças a programas como o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), porém, a forma como os conteúdos são abordados nele ainda apresenta certo distanciamento da realidade dos alunos. O presente trabalho visa analisar como os livros didáticos apresentam os conteúdos de bioquímica e como estes são contextualizados na realidade dos alunos pelo mesmo. Para isto foram analisados qualitativamente quatro livros didáticos de ensino médio. Foi constatada uma baixa presença de exemplos relacionados a conceitos de bioquímica nestes livros; um excesso de classificações; alguns conceitos sem definições e a presença de erros conceituais no conteúdo de bioquímica. Os dados analisados nos levaram a concluir que os livros de biologia disponíveis no mercado têm distanciado a bioquímica do cotidiano do aluno, tornando a mesma um apanhado de conceitos e classificações. Se o livro didático apresentasse uma maior contextualização da área, provavelmente haveria um maior interesse dos alunos pelo assunto.

Palavras-chave: **Bioquímica. Livro didático. PNLD. Contextualização. Cotidiano.**

SÚMARIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 8 |
| 1.1 O Livro Didático | 9 |
| 2 METODOLOGIA | 12 |
| 2.1 Livros Utilizados | 13 |
| 3 ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS | 14 |
| 3.1 Livro A | 14 |
| 3.1.1 Açúcares | 14 |
| 3.1.2 Gorduras | 15 |
| 3.1.3 Proteínas | 16 |
| 3.1.4 Mitocôndria e Metabolismo energético | 17 |
| 3.2 Livro B | 19 |
| 3.2.1 Açúcares | 19 |
| 3.2.2 Gorduras | 20 |
| 3.2.3 Proteínas | 21 |
| 3.2.4 Mitocôndria e Metabolismo energético | 22 |
| 3.3 Livro C | 23 |
| 3.3.1 Açúcares | 24 |
| 3.3.2 Gorduras | 24 |
| 3.3.3 Proteínas | 25 |
| 3.3.4 Mitocôndria e Metabolismo energético | 26 |
| 3.4 Livro D | 27 |
| 3.4.1 Açúcares | 27 |
| 3.4.2 Gorduras | 28 |
| 3.4.3 Proteínas | 29 |
| 3.4.4 Mitocôndria e Metabolismo energético | 29 |
| 4 DISCUSSÃO | 31 |
| 5 CONCLUSÕES | 36 |
| REFÊRENCIAS | 37 |

1 INTRODUÇÃO

Todo aluno de graduação de algum curso de licenciatura tem a oportunidade de conviver com alunos de escolas, sejam eles de ensino fundamental ou médio. Essa relação discente/docente desenvolvida durante o período de estágio obrigatório me trouxe muitas experiências positivas como graduando, porém também me deixou com muitos questionamentos. A minha principal dúvida era se os alunos entendiam informações trabalhadas em sala de aula como algo significativo em suas vidas, talvez a resposta esteja nesse pequeno trecho:

O aluno aprende quando, de alguma forma, o conhecimento se torna significativo para ele, ou seja, quando estabelece relações substantivas e não arbitrárias entre o que se aprende e o que se já conhece (SALVADOR, 1994 apud DAYRELL, 2006 p. 156).

O trecho acima reflete um fato que infelizmente não é muito comum no atual sistema de ensino, a relação que o aluno faz do conhecimento formal aprendido na escola com o seu cotidiano, culminando no verdadeiro aprendizado. Muitas matérias exigidas no currículo formal das escolas são ensinadas priorizando conceitos que para a maioria dos alunos são desconectados da sua realidade, fazendo com que o aluno não veja utilidade prática em tal conteúdo e não consiga enxergar essa mesma utilidade no dito "mundo real". Esta afirmação é traduzida perfeitamente neste parágrafo:

Complementando esse pensamento, Macedo (2004) destaca que a área das Ciências Naturais é uma área na qual as questões culturais sempre foram historicamente separadas. Natureza e cultura foram tratadas como opostos por grande parte do pensamento moderno e a escola tem incorporado essa polaridade. Nos currículos escolares, a ciência tende a ser discutida numa perspectiva internalista, com a crença em um ideal científico universal e independente da história de cada civilização (MACEDO, 2004 apud SILVA; CAVALLET; ALQUINI, 2006 p. 71).

A falta de correlação dos conceitos com o dia a dia do aluno vai contra o que está publicado pelo Ministério da Educação (MEC) nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNs), que diz que uma das competências a serem

desenvolvidas pelos alunos é a habilidade de utilizar noções e conceitos de biologia para interpretar os fenômenos cotidianos. Além disso, os PCNs mostram que o entendimento de fenômenos biológicos só é obtido se houver uma forte relação entre os conceitos aprendidos no estudo da biologia, sendo que segundo os próprios PCNs uma das principais matérias que pode contribuir para este entendimento é a bioquímica.

A bioquímica, que é aprendida durante o ensino médio, é uma área do conhecimento tão ampla e cotidiana que não deveria estar enclausurada somente aos conceitos químicos sobre o que é um monopeptídeo ou um fosfolípido, conhecimento esse que nenhum leigo no assunto consegue relacionar com a realidade. A sua riqueza se reflete nos mecanismos pelos quais estas moléculas agem e se integram ao nosso metabolismo realizando processos, continuamente desde o momento em que acordamos até quando estamos dormindo, e que viabilizam a vida como conhecemos. Outro ponto a ser ressaltado é que devido ao fato de a bioquímica ser uma área biológica que está em constante processo de atualização, muitas descobertas com aplicações práticas são consideradas como "curiosidades" como mostrado no trabalho de Oliveira (2006). Esta falta de contextualização da matéria de bioquímica pode fazer com que o aluno não considere significativos os conteúdos relacionados à mesma. Deveríamos tratar a bioquímica como uma ciência de inter-relações, inter-relações estas que permitem o fluxo de massa e energia entre os seres vivos e entre os seres vivos e o ambiente num processo capaz de gerar e sustentar a vida.

As questões levantadas durante esta introdução nos levam ao seguinte questionamento: De onde vem este método de ensino que prioriza conceitos e não associações? A resposta certamente envolverá diversos fatores presentes no universo escolar, porém talvez fosse interessante nos focarmos em um fator em específico. Esse fator é o principal instrumento utilizado para a transmissão de conteúdo escolar, o livro didático.

1.1 O Livro Didático

O livro didático é uma ferramenta amplamente utilizada nas escolas brasileiras, pois é um “guia” onde estão compiladas as informações acerca de determinados conteúdos de uma dada área do conhecimento. Por isso tem sido dado ao livro didático um papel quase de protagonista na educação, principalmente em países onde a realidade do ensino é mais precária, como diz Lajolo (1996):

Didático, então, é o livro que vai ser utilizado em aulas e cursos, que provavelmente foi escrito, editado, vendido e comprado, tendo em vista essa utilização escolar e sistemática. Sua importância aumenta ainda mais em países como o Brasil, onde uma precaríssima situação educacional faz com que ele acabe determinando conteúdos e condicionando estratégias de ensino, marcando, pois, de forma decisiva, o *que se ensina e como se ensina* o que se ensina (LAJOLO, 1996 pág. 4).

Por causa de sua importância no cenário educacional, principalmente o brasileiro, é que foram criados programas com o intuito de melhorar a qualidade dos livros didáticos disponíveis no mercado nacional. Entre estes programas podemos destacar o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD).

O PNLD é um programa do governo nacional que tem como objetivos avaliar os livros didáticos, criando assim um guia dos mesmos, e distribuir estas obras aos alunos da rede pública de ensino brasileira. A partir de 1997 a responsabilidade pelo PNLD é transferida ao Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). No início o programa contemplava somente o ensino fundamental, somente a partir de 2005 o programa começou a abranger o ensino médio (EM).

Apesar de começar a distribuir livros para o ensino médio no ano de 2005, os livros distribuídos eram somente de português e matemática, sendo que os livros de biologia só entraram no programa em 2007. Em 2009, houve uma reedição do catálogo contendo as obras didáticas de biologia e, em 2011, haverá uma nova escolha dos livros de biologia que serão utilizados a partir de 2012.

Mesmo que o PNLD tenha melhorado a qualidade dos livros disponíveis, ainda assim estes livros apresentam conceitos desatualizados sobre diversos assuntos da área de biologia e uma falta de ligação entre áreas diferentes do conhecimento biológico como visto no trabalho de Silva Júnior (2008).

Além dos conceitos desatualizados, a mídia também contribui para que certos conhecimentos biológicos sejam interpretados erroneamente e devido a isto são muitas vezes colocados de forma também errônea nos livros didáticos. Pedrancini (2007) mostra que a maioria dos alunos entrevistados em seu trabalho tinha um

conceito altamente midiático acerca do tema transgênico, além de não conseguirem correlacionar como os transgênicos estavam presentes no seu cotidiano.

Outro problema presente nos livros didáticos é a idealização de ciência que o mesmo faz. Idealização essa que distancia cada vez mais a ciência do cotidiano do aluno. Fracalanza e Neto (2003) enfatizam:

Apesar de todos os esforços empreendidos até o momento, ainda não se alterou o tratamento dado ao conteúdo presente no livro que configura erroneamente o conhecimento científico como um produto acabado, elaborado por mentes privilegiadas, desprovidas de interesses político-econômicos e ideológicos, ou seja, que apresenta o conhecimento sempre como verdade absoluta, desvinculado do contexto histórico e sociocultural (FRACALANZA e NETO, 2003 pág.151).

Essa desvinculação do contexto social, cultural e histórico juntamente com a ideia de produto acabado distancia a ciência do aluno.

Tendo em vista os argumentos discutidos ao longo desta introdução o nosso objetivo neste trabalho será analisar como os livros didáticos recomendados pelo PNLEM 2009, que ainda é válido no ano de 2011, apresentam o conteúdo de bioquímica ao aluno, avaliando-se: a validade científica dos conceitos e como estes conceitos são transpostos para o cotidiano dos alunos.

2 METODOLOGIA

Para as análises foram utilizados quatro livros didáticos de Biologia, todos indicados no PNLEM 2009 sendo, portanto ainda utilizados nas escolas. A análise se deu de forma qualitativa. Os critérios utilizados para a análise qualitativa foram os seguintes:

- 1- O livro apresenta conceitos científicos válidos sobre o assunto, sem a presença de erros conceituais;
- 2- O livro consegue correlacionar o assunto com o cotidiano dos alunos através de exemplos de fácil associação;
- 3- A apresentação dos conceitos se dá de forma clara, sem excesso de terminologia específica;
- 4- O livro não possui uma influência midiática sensacionalista na abordagem dos assuntos relacionados com a área de bioquímica.

Os temas que identificamos como sendo parte da área de bioquímica foram divididos em quatro grandes tópicos, para que as análises fossem realizadas de forma mais dinâmica, sendo eles:

- 1- Açúcares
- 2- Gorduras
- 3- Proteínas
- 4- Mitocôndria e metabolismo energético

Durante as análises foram realizados alguns comentários sobre outras possíveis maneiras pelas quais determinados conteúdos poderiam ser abordados e apontados exemplos que os livros poderiam mencionar para correlacionar o conteúdo com o cotidiano do aluno.

2.1 Livros Utilizados

Todos os livros analisados possuem os tópicos apontados acima e são utilizados nas escolas públicas. Os quatro livros estão relacionados no **Quadro 1**.

| Livro | Nome do livro | Autores | Edição/Ano | Editora |
|--------------|------------------------------------|--|-------------------|-------------------------|
| A | Biologia- Volume único. | Sérgio Linhares e Fernando Gwandsznadjer. | 1ª/2005 | Ática |
| B | Biologia- Volume único. | Sônia Lopes e Sérgio Rosso. | 1ª/2005 | Saraiva |
| C | Biologia- Volume um. | Wilson Roberto Paulino. | 1ª/2005 | Ática |
| D | Biologia- Volume único. | J. Laurence. | 1ª/2005 | Nova Geração |

Quadro 1. Livros componentes da amostra

3 ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

3.1 Livro A

O primeiro livro aborda os conteúdos de bioquímica na Unidade II- Citologia, onde está inserido o Capítulo 2- Os componentes químicos das células e o Capítulo 6- Mitocôndrias e respiração celular.

3.1.1 Açúcares

No capítulo 2, após uma breve introdução sobre água e sais minerais, o livro começa a falar sobre os glicídios. Eu considero que seria mais fácil para o entendimento do aluno se o título do tópico fosse carboidratos ou açúcares, já que são palavras mais usuais. Estes termos só irão aparecer na metade do tópico. Na sequência é abordado onde os glicídios são encontrados, e o livro cumpre bem este papel, já que cita muitos alimentos que são fontes de glicídios entre eles o arroz, que se encontra presente no dia a dia da maioria dos alunos. Após esta explanação, o livro entra na classificação dos glicídios e na parte de monossacarídeos apresenta diversas classificações, porém não faz nenhuma correlação entre as classificações e a utilidade ou presença destes monossacarídeos no mundo real como pode ser visto a seguir:

Monossacarídeos, açúcares simples ou oses- São os glicídios mais simples, que não podem ser quebrados pela digestão. De acordo com o número de átomos de carbono podem ser: trioses (três átomos), tetroses (quatro átomos), pentoses (cinco átomos), hexoses (seis átomos); entre estas destacamos três, presentes em vários alimentos e que entram na composição de outros glicídios: glicose, frutose e galactose (LINHARES; GEWANDSZNADJER, 2005 p.23).

A possibilidade de este trecho parecer vago para o aluno é muito grande já que ele só mostra classificações e nenhuma aplicação das mesmas. Dentro das pentoses nós temos a Ribose e a Desoxirribose, que fazem parte do RNA e do DNA respectivamente, o que poderia levar ao entendimento do aluno de porque açúcares

são tão importantes para nós. Apesar da glicose, frutose e galactose serem citadas de forma aparentemente desconexa, na sequência do capítulo quando são explicados os dissacarídeos, de forma muito mais clara que os monossacarídeos e com exemplos, como o da sacarose que é retirada da cana-de-açúcar, estas moléculas são retomadas.

3.1.2 Gorduras

O subtítulo escolhido pelo livro foi lipídios, porém no início ele já explica que lipídios são gorduras ou óleos. Cita também alimentos onde podem ser encontrados e funções das gorduras, além de dizer que elas fazem parte de hormônios e vitaminas, o que tornou a leitura até então bem interessante. Na sequência é abordada a função energética das gorduras de forma geral e simples além de lembrar aos alunos o que é uma substância apolar, que provavelmente eles viram na química, aplicando essa propriedade aos lipídeos tornando assim este trecho um ponto positivo. Passando esta parte começam as classificações onde a primeira classe abordada é a dos glicerídeos. Novamente o livro peca no excesso de termos sem correlação com o cotidiano ou explicações para os mesmos. Ele fala de ácidos graxos saturados, insaturados e glicerol, porém não mostra nenhum exemplo. A manteiga, a banha, o óleo de girassol e o óleo de soja, usado para se fazer a margarina, são alguns dos exemplos de glicerídeos que poderiam ser abordados e que muito provavelmente estão presentes na vida da maioria dos alunos.

A próxima classe é a dos cerídeos, onde ao contrario dos glicerídeos o livro cita muitos exemplos como a cera das abelhas. Depois dos cerídeos são abordados os fosfolipídios, com o texto reproduzido na sequência:

Fosfolipídios ou fosfoacilgliceróis – além de álcool e ácido graxo, possuem ácido fosfórico e uma molécula nitrogenada. O ácido fosfórico ioniza-se (perde prótons) e adquire carga elétrica negativa; a molécula nitrogenada ganha prótons e adquire carga elétrica positiva. Assim, o fosfolipídio fica com uma região polar, que se mistura com a água (região hidrófila), e outra apolar, que não se mistura com a água (região hidrófoba), na qual estão os ácidos graxos (figura 2.5); (LINHARES; GEWANDSZNADJER, 2005 p.25).

O livro nos dá uma abordagem essencialmente química esquecendo o papel fundamental dos fosfolipídios, um dos principais componentes da membrana plasmática. Esta explicação acerca de afinidade ou não com a água faria sentido no contexto da membrana plasmática, porém colocada desta forma ela perde o seu sentido.

Por fim são abordados os esteroides onde são citados os corticosteroides (apesar de não conter nenhum exemplo de corticosteroides), o colesterol (que depois é abordado na caixa de texto Colesterol E Gordura Trans. p.26) e a vitamina D.

3.1.3 Proteínas

A abordagem deste tema começa com uma introdução sobre o que são as proteínas e já parte para o conceito sobre o que são os aminoácidos. Dentro da parte de aminoácidos, é explicado que eles são os compostos orgânicos que formam as proteínas e também é mostrada a estrutura química dos aminoácidos. Também é citada a impossibilidade dos animais de sintetizarem todos os aminoácidos necessários para a sua vida, sendo assim necessário o consumo dos aminoácidos essenciais pela dieta. O livro aborda a dieta de aminoácidos da seguinte forma:

Alimentos de origem animal, como carne, leite, queijo, peixe e ovos, possuem proteínas de alta qualidade, isto é, possuem todos os aminoácidos essenciais em boa quantidade. Entre os vegetais, as leguminosas, como o feijão, a soja, a ervilha e a lentilha, têm boa qualidade de proteína (LINHARES; GEWANDSZNADJER, 2005 p. 27).

Apesar de citar fontes de aminoácidos, acredito que o livro poderia ir mais a fundo neste tema, contextualizando os mesmos com os erros inatos do metabolismo. O livro poderia abordar, por exemplo, o teste do pezinho, que é o exame realizado nas crianças logo após o nascimento para diagnóstico de fenilcetonúria, uma doença caracterizada pela incapacidade de converter o aminoácido fenilalanina em tirosina, que com a falta de tratamento adequado leva o indivíduo a ter convulsões e um atraso do desenvolvimento motor. Este tema é

interessante, pois conseguiria transpor o tema proteínas para a realidade de jovens gestantes. Poderia também abordar alimentos que não contém fenilalanina, pois a mesma esta diretamente ligada à fenilcetonúria.

Na sequência do tópico proteínas, o livro começa a abordar as características estruturais das proteínas, passando por estrutura primária, secundária, terciária e quaternária. Apesar deste tema não ser muito fácil de contextualizar, o livro utiliza muitos termos técnicos sem explicações para os mesmos, e no momento em que se fala de desnaturação, que seria a parte mais palpável aos alunos, o livro explica o conceito de forma muito teórica sem sequer dar um único exemplo de desnaturação no texto, como o ovo quando é frito ou o alisamento capilar, que é muito utilizado pelas meninas que estão no ensino médio.

A parte final do capítulo é dedicada às enzimas, onde é explicada a função das enzimas sendo esta a única parte clara deste subtópico já que o resto do mesmo é dedicado a explicações técnicas acerca do funcionamento das enzimas. Antes de acabar o capítulo é dado um quadro com vitaminas, suas fontes, as principais funções e o que ocorre quando há uma deficiência das mesmas.

3.1.4 Mitocôndria e Metabolismo energético

O capítulo 6 começa com a explicação da teoria endossimbiótica das mitocôndrias, e também mostrando as divisões estruturais da mitocôndria de forma bem resumida. Ele cita também que as mitocôndrias possuem DNA próprio, o que pode servir de tema para discussões em sala de aula se abordado de uma forma mais evolutiva.

Passando para a parte de respiração celular o livro explica como o oxigênio reage com outras moléculas do nosso corpo para a produção de energia, o que pode ser bem interessante já que o aluno raramente enxerga o oxigênio como parte do nosso metabolismo energético. Porém ao invés de continuar nessa linha e aos poucos adicionar novos elementos como o ATP o livro começa a utilizar uma enxurrada de termos técnicos e nomes de enzimas e coenzimas como NAD, FAD, desidrogenases e descarboxilases sem fazer a ligação com a respiração.

O próximo tópico abordado é a glicólise, onde é explicado de forma bem resumida como os alimentos que consumimos diariamente entram no metabolismo energético, explicando também que o ATP é a moeda de troca da célula em questões de energia. Apesar de bem escrito, antes deste tópico deveria haver um item citando anabolismo e catabolismo e que o organismo vivo poderia ser citado como um processador de massa e energia, sendo o metabolismo a maneira pela qual isto ocorre. A eficiência destes processos seria coordenada pelo perfeito funcionamento das enzimas.

Dando sequência ao capítulo, o ciclo do ácido tricarboxílico é abordado. Após uma série de reações químicas iniciais, que poderiam ter sido abordadas de forma mais biológica e menos química o livro diz que as proteínas e os lipídios também participam do ciclo do ácido tricarboxílico. Essa informação seria interessante se fosse aprofundada, pois ao longo do capítulo parecia que somente os carboidratos eram energeticamente úteis, e as proteínas e lipídios não. Com essa informação o aluno poderia perceber que tudo que é consumido no seu "recreio" lhe será útil para manter o seu corpo ativo, porém o problema é que não é dito como essas proteínas e os lipídios entram no ciclo do ácido tricarboxílico. Seria interessante também, se o ciclo fosse citado como um ponto de junção do catabolismo e do anabolismo, permitindo que as mesmas reações fossem usadas tanto na conservação de energia quanto na biossíntese das partes formadoras do corpo (células).

O próximo tópico a ser abordado é o da fermentação. O primeiro exemplo de fermentação é o da bactéria que causa o tétano. Com tantos exemplos diários de fermentação como o fungo utilizado para fazer pão, o livro prefere utilizar o tétano, associando assim fermentação com algo nocivo. Apesar de ter um quadro de texto falando sobre bebidas alcoólicas e pão mais no final do capítulo a primeira impressão que o aluno tem de fermentação é o tétano.

Cabe ressaltar um quadro de texto neste capítulo denominado Radicais Livres e Respiração Celular que será reproduzido a seguir:

Na respiração celular é produzido um pouco de radicais livres (átomos ou moléculas com elétrons livres e capazes de se ligarem a outros átomos ou moléculas) que podem danificar partes da célula. Em caso de alguma doença ou no envelhecimento, essa produção pode aumentar. Alguns cientistas acham que vitaminas antioxidantes (C, E e betacaroteno) podem ajudar a neutralizar o excesso de radicais livres, mas ainda são necessários maiores estudos para esclarecer essa questão (LINHARES; GEWANDSZNADJER, 2005 p. 71).

O tema é muito atual e interessante, mas a abordagem é completamente midiática, como midiática eu me refiro àquela espécie de mídia sensacionalista que distorce ou manipula as informações científicas, e desprovida de conhecimento científico. Os radicais livres estão sim envolvidos em doenças e envelhecimento, porém eles também têm papéis fisiológicos importantes. Podemos citar a contração e relaxamento muscular, o combate a bactérias patogênicas e a sinalização celular entre diversas outras funções. Quando é falado dos antioxidantes, como a vitamina A, o livro esquece-se de mencionar que quando consumidos em excesso podem se tornar pró-oxidantes, sendo que diversos grupos de pesquisa, entre eles o nosso, já demonstraram isto.

Ao término do capítulo é mencionada a fermentação láctica no músculo durante o exercício, que é um tema muito importante e que o aluno vivencia durante a educação física e seu tempo de lazer.

3.2 Livro B

O segundo livro traz o conteúdo relacionado à bioquímica dentro da Parte 2- Citologia nos capítulos 4- A base química da vida I, 5- a base química da vida II e 9- Metabolismo energético II- Fermentação e respiração.

3.2.1 Açúcares

Após uma introdução muito parecida com o livro anterior sobre o papel da água e sais minerais nos seres vivos, o livro começa a abordar o conteúdo de açúcares. O tópico é denominado carboidratos, que eu considero mais adequado do que glicídios para fins de introdução buscando o entendimento do aluno sobre o que será ministrado. Apesar da boa introdução sobre o que são os carboidratos e suas principais funções, o fato de carboidratos e açúcares serem a mesma coisa só é citado durante as classificações dos grupos de carboidratos.

Passando para as classificações, o primeiro grupo a ser abordado é o dos monossacarídeos. O primeiro aspecto a ser mencionado dos mesmos é o fato de eles serem imediatamente aproveitados como fonte de energia pelos organismos. Acredito que seja interessante começar o tópico abordando o papel dos monossacarídeos ao invés de ir direto para as classificações como o livro fez, porém quando o livro chega na parte de classificações, ele peca por dar a classificação química dos diversos monossacarídeos sem exemplos palpáveis dos mesmos, o que provavelmente fará com que o aluno pense que está em uma aula de química sem nenhuma parte biológica. Somente no final são citadas a glicose, frutose e galactose como fontes energéticas para os seres vivos.

O próximo grupo a ser abordado é o dos dissacarídeos. A explicação sobre o papel dos dissacarídeos é deveras curta, focando principalmente na sacarose, lactose e maltose. É interessante ressaltar que o exemplo de sacarose dado pelo livro é o do açúcar da cana. De fato a sacarose é o principal açúcar na cana, porém ela é muito mais conhecida por ser o açúcar de mesa. No caso do Brasil o açúcar de mesa vem principalmente da cana de açúcar, porém na Europa vem da beterraba e o que essas duas plantas têm em comum é que ambas são utilizadas para fazer açúcar de mesa, que é a sacarose. Se ao invés de dar um exemplo como o da cana o livro explicasse que o açúcar consumido no dia-a-dia pode vir de diversas fontes, porém continuará sendo sacarose, acredito que este conteúdo seria muito mais sólido para o aluno.

Para terminar o conteúdo de açúcares são abordados os polissacarídeos, são explicadas brevemente as suas funções estruturais e energéticas e citados alguns exemplos como a sacarose extraída da cana-de-açúcar.

3.2.2 Gorduras

Após uma brevíssima introdução sobre o que são lipídios, o livro entra nas classificações das gorduras, dividindo-as em: Triglicerídeos; Fosfolipídios e Esteroides. O tópico triglicerídeos é iniciado abordando a composição química dos mesmos, porém o livro se mostra muito bem conectado ao aluno no que diz respeito a este tópico já que faz uma discussão rica sobre onde encontrar triglicerídeos na

dieta e também da necessidade de consumo dos mesmos para obtermos ácidos graxos essenciais.

A parte de fosfolipídios também é muito bem escrita, pois se foca pouco na composição química dos mesmos, dando mais atenção ao seu papel na membrana plasmática.

A parte final do capítulo fica a cargo dos esteroides. O livro se foca principalmente no colesterol, ressaltando as funções do HDL e LDL, porém se esquece de outros esteroides que também estão presentes no dia-a-dia dos alunos. O fato de muitos hormônios produzidos pelo nosso corpo serem esteroides sequer é citado. Creio que poderia ser interessante dar exemplos de alguns hormônios e suas funções fisiológicas para que o aluno não associe esteroides a colesterol somente. Também seria interessante se dentro deste assunto o livro abordasse o tema catabolismo. Outro tema relacionado aos esteroides que considero relevante é a questão dos anabolizantes. O livro poderia abordar o fato de muitos anabolizantes serem esteroides, o seu efeito no corpo do usuário e os riscos que os anabolizantes trazem à saúde do usuário. Este assunto é extremamente relevante e usual em muitas academias, que muitas vezes são frequentadas por alunos de ensino médio. A abordagem deste tema certamente seria de interesse dos alunos e poderia levar a uma conscientização dos mesmos no que tange a um assunto muito comentado, mas raramente explicado.

3.2.3 Proteínas

O conteúdo de proteínas se encontra no capítulo 5- A base química da vida II. Antes mesmo de explicar o que são proteínas o livro diz que começará o seu estudo pelos aminoácidos. Não há nada de muito diferente do livro anterior no que tange a este conteúdo, somente que este livro dá mais ênfase à parte química dos aminoácidos e no final cita que existem alimentos como a carne e o leite que contêm todos os aminoácidos essenciais. Novamente parece haver uma correlação de aminoácidos somente com produtos de origem animal.

Passando para a parte de proteínas, o livro começa com uma introdução explicando o que são proteínas e citando diversas proteínas presentes no corpo

humano. Depois destes exemplos são abordadas as características estruturais das proteínas de forma bem resumida, me chamando a atenção o tópico relacionado à desnaturação das proteínas que se encontra reproduzido a seguir:

Alterações na forma das proteínas podem ser causadas por outros fatores como altas temperaturas. Nesses casos fala-se em **desnaturação** da proteína, que se torna inativa. A desnaturação pode ser reversível, com a volta do meio às condições naturais. Em outros casos, no entanto, é um processo irreversível, como acontece com a albumina da clara de ovo: com o aquecimento, a albumina sofre desnaturação, e a clara endurece; após o resfriamento a clara não volta a se liquefazer (LOPES; ROSSO, 2005 p. 94).

Chamo atenção para o fato de o livro citar um exemplo de desnaturação irreversível, porém não cita nenhum exemplo de desnaturação reversível. Um exemplo de desnaturação reversível que pode ser facilmente associado pelos alunos é o alisamento capilar ou a popular “chapinha”. Também poderia ser abordado o porquê de não podermos ter uma febre muito elevada, já que a mesma causaria desnaturação de proteínas do nosso corpo vitais à nossa sobrevivência. Como no livro anterior, os erros inatos do metabolismo não são citados, que é um tema que também poderia ser facilmente contextualizado com a desnaturação de proteínas, já que na maioria dos erros inatos existem enzimas não funcionais.

Ao final do capítulo o tema enzimas é abordado, onde há um foco maior em como as enzimas funcionam e fatores que alteram o seu funcionamento. Dentro deste assunto seria outra boa oportunidade para falar de controle da temperatura corporal, porém o mesmo nem sequer é citado.

3.2.4 Mitocôndria e Metabolismo energético

O capítulo começa com uma breve explanação sobre as diferenças entre respiração e fermentação. Depois o tema fermentação é abordado, começando pela glicólise, onde só é dito quantos ATP são gastos e quantos são produzidos. Na sequência são dados exemplos da fermentação láctica, alcoólica e aeróbia. Há um trecho que merece atenção dentro do tema fermentação láctica:

A fermentação láctica é realizada principalmente por algumas bactérias e fungos e por células do tecido muscular esquelético do corpo humano.

Neste último caso, quando o exercício físico é muito intenso, pode haver insuficiência de oxigênio para manter a respiração, então as células musculares passam a degradar anaerobicamente a glicose em lactato. Este pode ser acumulado nos músculos, contribuindo para a fadiga muscular (LOPES; ROSSO, 2005 p. 174).

Em nenhum momento é dito por que a glicose é convertida à lactato, que no caso seria para manter a produção energética necessária para que o exercício pudesse continuar sendo realizado. Além disto, nenhum exemplo de bactéria ou fungo é mostrado.

Após a fermentação o livro aborda a respiração, começando com uma visão geral da mitocôndria. A teoria endossimbiótica é mostrada e é dito que a mitocôndria possui função energética. Também são abordadas doenças relacionadas ao DNA mitocondrial. Na sequência é dada uma rápida relembração no que é a glicólise e o livro entra no ciclo do ácido tricarboxílico, que como o livro anterior, não há uma explicação sobre catabolismo e anabolismo antes do tema.

Ao invés de abordar o ciclo do ácido tricarboxílico como principal rota regulatória do nosso metabolismo, o mesmo é praticamente “jogado” em uma figura contendo várias moléculas e reações químicas sem praticamente nenhuma explicação. Apesar de ele ser citado novamente na parte de fosforilação oxidativa, creio que esta abordagem descontextualizou o ciclo do ácido tricarboxílico, fazendo com que o mesmo parecesse vago.

Ao final do capítulo é abordado o catabolismo de outras moléculas como gorduras e proteínas. Seria interessante este assunto se o ciclo do ácido tricarboxílico fosse explicado de forma bioquímica, ou seja através da construção de biomoléculas e conservação de energia para que possamos desempenhar nossas funções metabólicas, e não química somente, que fez com que esse tópico parecesse vago. Também há um quadro sobre radicais livres no final do capítulo que novamente só explora o seu lado patogênico e informações errôneas acerca dos antioxidantes são de novo expostas.

3.3 Livro C

O terceiro livro aborda os conteúdos de bioquímica dentro da unidade II, nos capítulos 3- Água, sais minerais, carboidratos e lipídios; 6- Proteínas, 10- Citoplasma e 15- Respiração celular.

3.3.1 Açúcares

O capítulo dá uma breve introdução sobre os carboidratos e entra nas classificações. Na parte de monossacarídeos são mostrados os principais monossacarídeos juntamente com o seu papel biológico, o que faz com que este conteúdo seja de fácil associação ao aluno, porém o que mais chama atenção nesta parte é um erro conceitual que o livro comete no trecho a seguir:

No sangue humano, a normoglicemia, isto é, a taxa normal de glicose, está compreendida entre 70 e 110 mg de glicose/100 ml de sangue. Essa taxa deve ser mantida, uma vez que certas células, como os neurônios do cérebro, utilizam basicamente somente a glicose como fonte de energia (PAULINO, 2005 p.25).

O livro diz que os neurônios só utilizam glicose como fonte de energia, porém quando o indivíduo está em um jejum mais prolongado, cerca de 4 dias, a maior fonte energética consumida pelo cérebro são os corpos cetônicos (Marks, 2008).

A parte de oligossacarídeos também possui exemplos de onde estas moléculas podem ser encontradas, porém o autor comete um equívoco ao dizer que os dissacarídeos são os oligossacarídeos mais importantes para os seres vivos. Em termos energéticos ele está correto, porém não é possível afirmar uma maior importância destes sobre os outros, já que nos monossacarídeos temos a ribose e a desoxirribose que fazem parte do RNA e do DNA e nos polissacarídeos a celulose pode ser citada como importante componente da parede celular das células vegetais. Por fim neste capítulo não há nenhuma associação do açúcar de mesa à sacarose, que certamente seria o exemplo mais palpável de açúcar no cotidiano dos alunos.

3.3.2 Gorduras

Após uma brevíssima introdução sobre o que são lipídios, o livro começa a conceituar os glicerídeos, se focando principalmente na função dos mesmos como isolantes térmicos. Na continuidade do capítulo são abordados os cerídeos, onde é explicada a sua função de impermeabilização e citando onde os mesmos ocorrem.

A última parte do capítulo é dedicada aos esteroides, onde o colesterol é tido como principal, com um quadro de texto dedicado a ele e ao seu papel fisiológico. A testosterona e a progesterona também são citadas sem muitas explicações e o tema anabolizantes, que é atual e interessante aos alunos, não é abordado.

Outro fato que pode ser citado é que o capítulo quase não aborda o tema fosfolipídios, eles somente são citados no final e a única coisa que é dita sobre os mesmos é que fazem parte da membrana plasmática.

3.3.3 Proteínas

Como no capítulo anterior, o livro traz um trecho curto de introdução às proteínas e parte para o subtópico aminoácidos. O livro expõe este tema de forma totalmente química, mencionando o que são aminoácidos essenciais somente no final e sem dar exemplos de fontes de aminoácidos essenciais. Isto torna o tema um pouco vago, sendo que o livro poderia facilmente contextualizar este tema com erros inatos do metabolismo, podendo citar assim o teste do pezinho e doenças como a fenilcetonúria.

O próximo tema abordado no livro é o da estrutura de proteínas, que apesar de explicado de forma clara e resumida não contém exemplos. O livro fala de desnaturação como uma “deformação” da proteína que faz com que a mesma perca a sua função, porém nenhum exemplo de desnaturação é dado nem é dito se a desnaturação é um processo reversível ou não. Um exemplo simples como um ovo ao fritar deixaria este tópico um pouco mais palpável.

Dentro deste capítulo há um tópico sobre o papel biológico das proteínas, onde são citadas diversas proteínas e sua atuação, sendo esta a parte que melhor o livro mescla conceitos com exemplos. A maior parte do capítulo é dedicada às enzimas, estendendo-se do meio até o final do capítulo. Apesar de demonstrar

conhecimento acerca do assunto, novamente aspectos cotidianos do conteúdo são deixados de fora como pode ser visto no trecho apresentado abaixo:

A temperatura é um dos principais fatores que influem na atividade enzimática. Em geral, a cada 10 °C de aumento da temperatura do meio em que a enzima atua, observa-se que a atividade enzimática duplica ou triplica. Mas existe um limite para o aumento da intensidade da ação enzimática, esse limite é variável nos diversos seres vivos, de maneira geral, situa-se ao redor dos 40 °C. Acima disso, a atuação da enzima diminui, porque se inicia a alteração de sua estrutura química. A enzima é, assim, levada a um estado de *desnaturação*, desorganizando-se de tal modo que perde suas propriedades biológicas e se torna inativa (PAULINO, 2005 p.59).

O livro poderia facilmente dar como exemplo a febre e junto com os sintomas da febre explicar a atuação da temperatura na atividade enzimática, porém o tema é explicado sem nenhum exemplo. O capítulo termina abordando outros fatores que alteram a atividade enzimática e dois quadros de texto abordando os assuntos anticorpos e soros.

3.3.4 Mitocôndria e Metabolismo energético

A mitocôndria é apresentada no capítulo de citoplasma, junto com outras organelas. Neste capítulo é explicada a estrutura da mitocôndria, sua função e a presença de DNA próprio da mesma. O livro não faz nenhuma citação a processos evolucionários que deram origem à mitocôndria.

No capítulo de 15 ocorre a introdução ao tema respiração celular, onde é conceituada a respiração celular.

Outro conceito é exposto neste capítulo, o conceito de respiração aeróbica, abordando primeiramente a glicólise. Durante a explicação o autor cita que a glicose é “desmontada” para que se gere energia. Creio que este termo não seria o adequado para descrever a glicólise. Se o livro não quiser entrar em detalhes quanto às mudanças na estrutura da molécula de glicose, e eu particularmente acho que não deve já que fazer isso seria transformar um processo biológico em algo puramente químico, poderia então usar um termo que exemplificasse melhor o que acontece com a glicose durante a glicólise. A palavra “desmontada” dá a impressão

de que ela pode voltar a ser glicose quando bem entender, porém isso não ocorre fisiologicamente durante a glicólise. O termo mais adequado seria quebrada.

Na sequência o ciclo do ácido tricarbóxico é exposto e novamente, como nos outros dois livros, este tema sofre com o excesso de reações químicas e a falta de exemplos biológicos. O ciclo do ácido tricarbóxico pode degradar e produzir moléculas, sendo, portanto catabólico e anabólico. É nele que podemos integrar a energia vinda de açúcares, gorduras e proteínas presentes no nosso dia a dia. Porém novamente o ciclo do ácido tricarbóxico é exposto como uma figura contendo diversas reações químicas, sem nenhum exemplo da significância dele para o nosso metabolismo e sem nenhuma abordagem sobre catabolismo ou anabolismo.

O último tema abordado neste capítulo é o da fermentação, e apesar de o autor utilizar exemplos de coisas cotidianas, como o pão na parte de fermentação alcoólica, o mesmo não ocorre na fermentação láctica. A fermentação láctica poderia ter como exemplo o que ocorre nos músculos dos atletas quando estão sob grande esforço anaeróbio, como os corredores de 50m rasos do atletismo ou mesmo durante a musculação, que é algo cotidiano para muitos alunos do ensino médio, porém isto não ocorre. O livro se contenta em somente mostrar as reações que ocorrem na fermentação láctica e no final ele cita que a mesma é realizada por muitos microrganismos e por certos tecidos animais.

3.4 Livro D

O quarto livro aborda os conceitos de bioquímica dentro das unidades 2- Origem da vida e biologia celular e 5- O ser humano: evolução, fisiologia e saúde nos capítulos 8- Citoplasma e organelas, 9- Metabolismo energético da célula e 32- Fisiologia humana II: digestão e nutrição.

3.4.1 Açúcares

Antes de começar a analisar o conteúdo de açúcares em si cabe dizer que este livro apresenta uma estrutura organizacional diferente dos outros livros analisados. Os açúcares, gorduras e proteínas não são conceituados na parte de biologia celular. Sua conceituação é dada somente na parte de fisiologia no capítulo 32- Fisiologia humana II: digestão e nutrição, o que a torna mais reduzida.

Partindo para a análise do conteúdo de açúcares, o livro conceitua os carboidratos a partir do exemplo de um prato de comida contendo arroz, feijão, bife, ovo e salada. É dito que os carboidratos são formados por unidades menores chamadas monossacarídeos e são citados exemplos de carboidratos advindos da alimentação. Apesar disto o livro cita nomes de monossacarídeos e polissacarídeos, como glicose; amido e sacarose, sem citar onde estas moléculas são encontradas podendo assim causar uma dúvida nos alunos quanto a isso.

Os açúcares são citados novamente em uma parte do capítulo denominada Nutrição e saúde onde são comentados os regimes com restrição e excesso de carboidratos e seus efeitos no organismo. É interessante ressaltar que este é o único livro que relaciona excesso de carboidratos ao aumento da gordura, o que pode explicar porque o excesso de açúcar engorda.

3.4.2 Gorduras

Para conceituar as gorduras o livro se utiliza do mesmo exemplo do prato de comida já citado anteriormente, porém focando-se nos alimentos ricos em lipídeos. Assim como nos carboidratos é dito que os lipídeos são compostos por unidades menores. Não são feitas as classificações dos lipídeos como nos outros livros, o que diminuí a quantidade de termos específicos a serem decorados pelos alunos e de divisões do conteúdo, mas também diminuí as informações interessantes sobre os lipídeos como as que dizem respeito a sua função como molécula estrutural do nosso corpo ou hormonal.

Na parte nutrição e saúde são citadas as consequências da falta ou excesso de lipídeos, se focando principalmente no excesso através do exemplo da aterosclerose.

3.4.3 Proteínas

Para a conceituação do conteúdo proteínas novamente é utilizado o exemplo do prato de comida. Também é citado que as proteínas são constituídas de unidades menores, os aminoácidos.

No quadro Nutrição e saúde são abordados os aminoácidos essenciais e como obter os mesmos através da dieta, o que certamente tem correlação com o cotidiano dos alunos.

Na parte de proteínas também são abordadas as enzimas, começando com o conceito de enzimas e depois partindo para os fatores que alteram a sua atividade. Novamente é abordado o tema desnaturação e novamente não são citados exemplos de desnaturação.

3.4.4 Mitocôndria e Metabolismo energético

A mitocôndria é introduzida ao leitor no capítulo 8- Citoplasma e organelas. Sua composição estrutural é exposta, focando principalmente no fato da mitocôndria possuir DNA próprio, útil para conduzir o processo de divisão celular da mitocôndria. Também é apresentada a teoria endossimbiótica da mitocôndria, que é uma das explicações para a sua origem.

Neste mesmo capítulo há um quadro de texto denominado Mitocôndria: energia, calor e morte celular. Este quadro provavelmente será de grande interesse para os alunos já que trata de funções mitocondriais que geralmente não são abordadas, como produção de calor e reguladora do processo geral de envelhecimento, que é um tema facilmente associável ao cotidiano dos alunos já que todos envelhecem.

A abordagem do metabolismo energético se dá no capítulo 9- Metabolismo energético da célula, onde o primeiro tema abordado é a respiração aeróbia. Diferentemente do resto do livro, que tenta contextualizar o conteúdo com objetos familiares aos alunos, a respiração aeróbia é abordada de forma simplesmente química. Não há uma tentativa de juntar os conhecimentos acerca das moléculas

que nos dão energia e relacioná-los com a respiração aeróbia. O ciclo do ácido tricarbóxico, como nos outros livros, é apresentado como uma série de flechas com reações químicas e nenhuma explicação para as mesmas. Catabolismo e anabolismo não são sequer citados tornando o ciclo do ácido tricarbóxico algo sem nenhuma correlação com o cotidiano.

O último tópico abordado no capítulo é o de fermentação. O livro as divide em láctica e alcoólica. As duas têm suas reações químicas explicadas, porém desta vez são citados exemplos. Na parte de fermentação láctica o exercício físico é citado e o porquê de ocorrerem as câimbras também, o que torna a leitura fácil ao aluno já que a atividade física normalmente faz parte da sua rotina escolar e estes conteúdos normalmente não são abordados em educação física.

A parte de fermentação alcoólica também é contextualizada através de exemplos como o pão e a cerveja, onde há um quadro de texto que explica que o pão antes de ser levado ao forno contém álcool, porém este álcool é evaporado com a elevada temperatura em que o pão é assado.

Ao final do capítulo ainda é apresentada a fermentação acética, que apesar de pouco conhecida é o processo pelo qual o vinagre é feito. Há também um quadro de texto explicando as diferenças entre o vinho e o vinagre o que pode ser interessante para alguns alunos.

4 DISCUSSÃO

Antes de começar a discussão dos resultados propriamente dita, cabe ressaltar a importância do livro didático no processo de desenvolvimento do conhecimento do aluno. Para isto citamos as palavras de Santomé apud Carneiro; Santos e Mol (2005):

Apesar dos avanços tecnológicos e da enorme variedade de materiais curriculares, atualmente disponíveis no mercado, o livro didático, LD, continua sendo o recurso mais utilizado no ensino de ciências. Essa centralidade lhe confere estatuto e funções privilegiadas na medida em que é através dele que o professor organiza, desenvolve e avalia seu trabalho pedagógico de sala de aula. Para o aluno, o livro é um dos elementos determinantes da sua relação com a disciplina. Como afirma Santomé (1998), a lembrança que grande parte das pessoas tem de disciplinas cursadas está relacionada a livros didáticos, particularmente os de Matemática, Física e Química. Essa peculiaridade também condicionará suas avaliações, expectativas e interesses por essas áreas do conhecimento. O autor nos lembra ainda que não é raro encontrar pessoas que, devido a “fracassos” nessas disciplinas durante o período de escolarização, passem a considerar-se incapazes de compreender seus conhecimentos, chegando a mitificar e supervalorizar aqueles que compreendem os conceitos científicos. Portanto, é indubitável a marca que o LD deixa na vida dos alunos (SANTOMÉ, 1998 apud CARNEIRO; SANTOS; MOL, 2005 p. 36).

O fragmento acima reflete a importância de analisarmos como um conteúdo é apresentado aos alunos no livro didático, para que o mesmo desperte interesses e expectativas positivas aos alunos e não uma eventual resistência ao mesmo. A análise de determinado assunto é sempre importante para que o mesmo seja aperfeiçoado futuramente e para que os professores possam complementar e refletir sobre o que é exposto no livro didático, sendo este o objetivo de diversos pesquisadores da educação (VASCONCELOS, 2003; MOHR, 2000; CARLINI-COTRIM e ROSEMBERG, 1991).

Todos os livros analisado neste presente trabalho contêm pontos fortes e pontos fracos, por isso não cabe a nós execrarmos, exaltarmos ou até mesmo atribuir notas para nenhum livro, apenas analisar como estes pontos fortes e fracos se apresentam no conteúdo de bioquímica.

O primeiro ponto em comum observado nos livros é a pequena quantidade de exemplos que os mesmos apresentam com relação ao conteúdo de bioquímica. Os

exemplos são uma das formas disponíveis para que o aluno associe o conhecimento científico ao seu dia a dia, fazendo com que ele veja que a ciência não é um conjunto de regras formais feitas por mentes privilegiadas sem nenhum uso prático. Engelke (2009) diz que é um erro os livros didáticos focarem somente os conceitos corretamente e restringirem os exemplos. A ciência se constitui na observação de fenômenos que ocorrem diariamente e na busca de explicações para os mesmos.

Ao relermos as análises fica claro que há certa dificuldade dos livros em apontar exemplos acerca de determinados tópicos. O tema desnaturação proteica não possui nenhum exemplo em três dos quatro livros analisados. Somente o livro B cita um exemplo de desnaturação, e o exemplo citado se refere somente à desnaturação irreversível fazendo com que a desnaturação reversível seja desconhecida para o aluno já que a mesma não possui nenhum exemplo.

O tema ciclo do ácido tricarbóxico não possui nenhum exemplo nos quatro livros analisados. Apesar de ser uma rota metabólica importantíssima para a conservação energética em organismos aeróbios, como os humanos, nenhum exemplo de como essa rota está integrada às nossas atividades diárias é citado. Este assunto poderia facilmente ser integrado aos conteúdos de biomoléculas (açúcares, gorduras e proteínas), que em todos os livros analisados possuem exemplos, para que os alunos pudessem visualizar melhor a existência e a importância do ciclo do ácido tricarbóxico.

Alguns exemplos citados pelos livros não priorizam o cotidiano, apesar de o aluno saber qual objeto que está servindo de exemplo este aluno raramente tem uma interação com este objeto na sua rotina, criando assim uma menor contextualização do conteúdo. Se o aluno não conseguir visualizar o exemplo, dificilmente o mesmo facilitará a contextualização por parte dele, podendo até mesmo dificultar a compreensão. Vasconcelos (2003) opina:

Não é suficiente um livro ter linguagem clara e coerente se ele não priorizar o reconhecimento do universo do estudante em suas páginas. Ao mesmo tempo em que o livro deve utilizar exemplos de grande abrangência para atingir o maior público alvo possível (e facilitar os aspectos logísticos de sua distribuição em grande escala num país biologicamente e culturalmente diverso como o Brasil), o uso de exemplos pouco representativos para uma grande parcela dos estudantes – especialmente fora do Sudeste brasileiro onde a maioria dos livros é produzida – dificulta a contextualização do conhecimento e deve ser observada criticamente (VASCONCELOS, 2003 p.97).

Nos livros analisados o exemplo preferencial para a sacarose era o do açúcar presente na cana-de-açúcar. Apesar de a maioria dos alunos saber o que é a cana-de-açúcar, uma grande parte dos estudantes presentes nas regiões urbanas não teve um contato com a cana-de-açúcar transformando este exemplo em algo menos representativo. O açúcar de mesa, seja ele mascavo ou refinado, está mais presente na rotina da maioria dos estudantes do que a cana-de-açúcar podendo assim ser um exemplo mais abrangente para a sacarose.

Outro ponto marcante nas nossas análises foi o excesso de conceitos e classificações, na sua maioria de origem química, que os livros didáticos apresentam quando abordam a bioquímica. Pesquisadores têm observado que diversos livros didáticos apresentam seus conceitos sem defini-los (DELGADO, 2007; CARNEIRO; SANTOS e MOL, 2005), além de exporem classificações desnecessárias (TAVARES e ROGADO, 2005) tornando a compreensão do conteúdo uma tarefa complexa.

Em todos os livros analisados a abordagem do tema ciclo do ácido tricarbóxico deu-se de forma completamente técnica, sem nenhuma definição do conceito do ciclo do ácido tricarbóxico ou de suas reações associadas, e com uma grande quantidade de fórmulas químicas. Esta abordagem faz com que o conteúdo seja apresentado de forma vaga, onde não há uma contextualização dos conceitos apresentados. Se os livros abordassem catabolismo e anabolismo de forma associada ao ciclo do ácido tricarbóxico certamente o conteúdo seria de maior interesse aos alunos, pois eles poderiam ver que grande parte das moléculas que nosso corpo constrói ou quebra, como as gorduras, passam pelo ciclo do ácido tricarbóxico. Cabe ressaltar também que esses excessos de reações químicas representadas de forma esquemática podem vir a produzir um estranhamento no leitor já que o mesmo está lendo um livro didático de biologia e não de química.

O conteúdo de biomoléculas também contém conceitos sem definições e excesso de classificações. Isto ocorre em especial no livro A, onde o conteúdo de biomoléculas apresenta diversas classificações, como na parte de açúcares e gorduras, e dentro destas classificações são apresentados conceitos sem definições dos mesmos. No livro D ocorre o oposto, pois as biomoléculas fazem parte do capítulo de fisiologia, sendo apresentadas com poucas classificações e tendo os seus conceitos relacionados às situações fisiológicas do organismo sem uma grande quantidade de termos específicos para defini-los. Nos outros dois livros analisados

em geral há uma conceituação das biomoléculas com muitas classificações, porém os conceitos são, geralmente, acompanhados de suas respectivas definições.

O último aspecto que merece ser destacado nas nossas análises é a presença de erros conceituais sobre alguns tópicos abordados pelos livros didáticos nos capítulos de bioquímica. Existe uma série de trabalhos que apontam erros conceituais do livro didático nas mais diversas áreas do conhecimento (LANGHI e NARDI; SANTOS *et al*, 2007; SANDRIN *et al*, 2005). O fato de erros conceituais continuarem a existir nos livros didáticos pode prejudicar de forma significativa a compreensão acerca de um determinado conceito. Colombo e Magalhães-Júnior (2008) embora tratando do ensino de ciências no nível fundamental, alertam:

Sendo o livro didático um dos poucos recursos para o professor de ensino fundamental da escola pública e para a disciplina de ciências, estes não podem apresentar falhas, como vários autores já perceberam, pois podem levar aos alunos uma visão modificada não só referente aos animais peçonhentos, seu modo de vida mas, também, do mundo (COLOMBO e MAGALHÃES-JÚNIOR, 2008 pág. 158).

O trecho anterior também se aplica para o ensino de biologia pois nos alerta para as consequências que os erros conceituais podem causar, tanto no círculo escolar quanto no círculo social, para os alunos que são expostos a eles. Vimos ao longo das análises que todos os livros possuem alguns erros conceituais em determinados tópicos, porém estes se encontram em maior quantidade no livro C.

No livro C é afirmado que o cérebro somente consome glicose para suas necessidades bioquímico-fisiológicas, sendo que esta informação não é verdadeira. Além disso, também é mencionado que a glicose é desmontada quando sofre glicólise. Apesar de parecerem erros pequenos, eles podem prejudicar os alunos quando os mesmos precisarem desta informação porque estão sendo passadas de forma incorreta e assim os alunos estarão perpetuando um erro.

É importante também mencionar outro erro conceitual presente nos primeiros dois livros avaliados, erro este que concerne ao tema espécies reativas (erroneamente colocadas como radicais livres, termo que contempla apenas uma parte da questão). Ambos os livros definem radicais livres somente como agentes que danificam as células. Apesar de essa afirmação ser verdadeira, alguns radicais livres possuem papéis fisiológicos importantes, como agentes bactericidas ou reguladores da contração muscular. Acredito que este tipo de erro se deva graças a

uma abordagem mais midiática e menos científica sobre o tema. Segundo Augusto (2006) a mídia sensacionalista (e não os textos de divulgação científica) explora muito o lado ruim dos radicais livres sem se preocupar com o seu papel natural nos seres vivos. Este apelo midiático sobre alguns temas pode contribuir para que erros sejam propagados e o conhecimento científico seja cada vez mais afastado do cotidiano do aluno.

A falta de exemplos ligando o conteúdo ao cotidiano do aluno, o excesso de classificações juntamente com os conceitos sem explicações e a presença de erros conceituais poderiam começar a serem revistos pelos autores para que a bioquímica ensinada nos livros didáticos possa se tornar uma ciência de fácil associação aos alunos e não algo distante ou místico.

5 CONCLUSÕES

Considerando os argumentos apresentados durante o trabalho, vimos que existem algumas falhas nos livros didáticos na abordagem do conteúdo de bioquímica, conteúdo este que está presente diariamente na vida dos estudantes seja através da alimentação, respiração, atividades físicas ou outros fatores presentes diariamente em suas rotinas.

As obras disponíveis no mercado deveriam passar por uma reavaliação no que tange a bioquímica, já que as mesmas têm apresentado um distanciamento das vivências dos alunos e das atualizações dos conceitos, presentes na literatura científica. Esse distanciamento ocorre devido à falta de exemplos que realmente sejam compreendidos e correlacionados pelos alunos, erros conceituais em alguns temas relacionados à área e excesso de conceitos e classificações sem dar um significado palpável aos mesmos, priorizando muitas vezes uma abordagem essencialmente química e abstrata, esquecendo-se inclusive da interdisciplinaridade contida na palavra bioquímica.

Se o conteúdo adotado pelo livro didático fosse mais próximo do cotidiano vivido pelo aluno de ensino médio, eles poderiam ter um maior interesse pela bioquímica, fazendo indagações sobre diversos temas presentes no seu universo. Além disso, eles poderiam ser instigados a buscarem um conhecimento mais profundo nesta área, fazendo com que a mesma deixasse de ser um apanhado de conceitos, relacionados a moléculas e passasse a se tornar um dos meios disponíveis para explicar diversos aspectos de nossa existência e de nossa inter-relação com o ambiente.

REFERÊNCIAS

AUGUSTO, Ohara. **Radicais Livres – Bons, Maus e Naturais**. 1. Ed. São Paulo: Oficina de textos, 2006.

BRASIL. **Ministério da Educação**. Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2002.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica-Guia do livro didático do ensino médio 2009: Biologia. Secretaria de Educação Básica, **Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação**. – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2008.

CARLINI-COTRIM, B; ROSEMBERG, F. Os livros didáticos e o ensino para a saúde: o caso das drogas psicotrópicas. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 25, n. 4, agosto 1991.

CARNEIRO, M.H.S; SANTOS, W.L.P; MOL, G.S. Livro didático inovador e professores: Uma tensão a ser vencida. **ENSAIO- Pesquisa em educação em ciências**, v. 7, n. 2, p. 35-45, dezembro 2005.

COLOMBO, T. C.; MAGALHÃES JÚNIOR, C. A. O. Análise dos conteúdos sobre animais peçonhentos em livros didáticos de ensino de ciências. **EDUCERE - Revista da Educação**, Umuarama, v. 8, n. 2, p. 153-169, julho/dezembro 2008.

DAYRELL, J. A Escola como espaço sócio-cultural. Em: DAYRELL, Juarez (Org.) **Múltiplos olhares sobre educação e cultura**. 2. Ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006. p. 137-161.

DELGADO, Patrícia C. S. **Uma análise sobre nutrição humana nos livros didáticos**. Belo Horizonte: UFMG, 2007. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso de Especialização em Ensino em Ciências. Belo Horizonte, 2007.

ENGELKE, Douglas S. **Análise de livros didáticos de Biologia do Ensino Médio: estaria a teoria da evolução sendo um fio condutor?** Porto Alegre: UFRGS, 2009. 27 f. Trabalho de Conclusão do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Porto Alegre, 2009.

LAJOLO, M. LIVRO DIDÁTICO: um (quase) manual de usuário. **Em Aberto**, Brasília, ano 16, n. 69, p. 3-9, janeiro/março 1996.

LANGHI, R; NARDI, R. Ensino de astronomia: Erros didáticos mais comuns presentes em livros de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino em Física**, v. 24, n. 1, p. 87-111, abril 2007.

LAURENCE, J. **Biologia- Volume único**. 1. Ed. São Paulo: Nova geração, 2005.

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando. **Biologia- Volume único**. 1. Ed. São Paulo: Ática, 2005.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. **Biologia- Volume único**. 1. Ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MARKS, Allan. **Marks' Basic Medical Biochemistry: A clinical approach**. 3. Ed. Lippincott Williams & Wilkins, 2008.

MOHR, A. Análise do conteúdo de 'saúde' em livros didáticos. **Ciência e Educação**, v. 6, n. 2, p. 1, 89-106, 2000.

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

OLIVEIRA, V.L.B; REZLER, M.A. Temas contemporâneos no ensino de biologia no ensino médio. **Acta Scientiae**, Canoas, V. 8, n. 1, p. 95-104, 2006.

PAULINO, Wilson Roberto. **Biologia- Volume um**. 1. Ed. São Paulo: Ática, 2005.

PEDRACINI, V. D.; CORAZZA-NUNES, M. J.; GALUCH, M. T. B.; MOREIRA, A. L. O. R.; RIBEIRO, A. C. Ensino e aprendizagem de biologia no ensino médio e a apropriação do saber científico e biotecnológico. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 299-309, 2007.

SANDRIN, M.F.N; PUORTO, G; NARDI, R. Serpentes e acidentes ofídicos: Um estudo sobre erros conceituais em livro didáticos. **Investigações em ensino de ciências**, v. 10, n. 3, p. 281-298, 2005.

SANTOS, J.C; ALVES, L.F.A; CORRÊA, J.J; SILVA, E.R.L. Análise comparativa do conteúdo Filo Mollusca em livro didático e apostilas do ensino médio de Cascavel, Paraná. **Ciência e Educação**, v. 13, n. 3, p. 311-322, 2007.

SILVA, L. M; CAVALLET, V. J; ALQUINI, Y. O professor, o aluno e o conteúdo no ensino de botânica. **Educação**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 67-80, junho 2006.

SILVA-JUNIOR, A. Repensando o ensino de ciências e biologia na educação básica: O caminho para o conhecimento científico e biotecnológico. Rio de Janeiro, **Democratizar**, v. 3, n. 1, p. 1-15, 2008.

TAVARES, L. H. W, ROGADO, J. A história das ciências e os seus fundamentos históricos, epistemológicos e culturais no livro didático de química: o conceito de substância. Em: **V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2005**, Bauru. Atas do V ENPEC, Bauru, 2005. p. 9-18.

VASCONCELOS, S.D; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental- proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência e Educação**, v. 9, n. 1, p. 93-104, 2003.

