

UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO

Instituto de Ciências Exatas e Biológicas

Departamento de Ciências Biológicas

LARA CUNHA DE MELO

**Análise dos conteúdos de Bioquímica Nutricional em livros
didáticos do Novo Ensino Médio**

Ouro Preto – MG

2025

LARA CUNHA DE MELO

Análise dos conteúdos de Bioquímica Nutricional em livros didáticos do Novo Ensino Médio

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas

Orientador: Fábio Augusto Rodrigues e Silva

Ouro Preto

2025

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

M528a Melo, Lara Cunha de.
Análise dos conteúdos de bioquímica nutricional em livros didáticos do Novo Ensino Médio. [manuscrito] / Lara Cunha de Melo. - 2025.
47 f.: il.: color.. + Quadros.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Augusto Rodrigues e Silva.
Monografia (Licenciatura). Universidade Federal de Ouro Preto.
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas .

1. Biologia - Estudo e ensino. 2. Bioquímica. 3. Nutrição. 4. Abordagem interdisciplinar do conhecimento na educação. I. Silva, Fábio Augusto Rodrigues e. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 577:373.5

Bibliotecário(a) Responsável: Sione Galvão Rodrigues - CRB6 / 2526



FOLHA DE APROVAÇÃO

Lara Cunha de Melo

Análise dos conteúdos de Bioquímica Nutricional em livros didáticos do Novo Ensino Médio

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Licenciada em Ciências Biológicas

Aprovada em 08 de abril de 2025

Membros da banca

Doutor Fábio Augusto Rodrigues e Silva -Orientador (Universidade Federal de Ouro Preto)
Doutora Tâmilis Caroline Fernandes Pedrosa - (Universidade Federal de Ouro Preto)
Mestre Júlio César da Silva Batista - (Universidade Federal de Ouro Preto)

Professor Doutor Fábio Augusto Rodrigues e Silva, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 26/05/2025



Documento assinado eletronicamente por **Fábio Augusto Rodrigues e Silva, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 26/05/2025, às 11:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0916515** e o código CRC **5176230C**.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço aos meus pais, Liliam e Luiz, por todo apoio, suporte, auxílio, amor e confiança, que tornou este momento possível.

Agradeço a minha irmã Lívia, por toda parceria, ajuda e motivação.

Ao meu orientador, Fábio, que exerce com excelência sua profissão, agradeço pela orientação, pelo apoio, confiança em mim e paciência.

Ao Laboratório de Bioquímica Metabólica (LBM), principalmente a Daniela que me recebeu tão bem e ao Júlio por todo apoio, ensinamentos e contribuição para meu crescimento acadêmico.

Aos professores da UFOP que tanto me ensinaram e inspiraram, me motivando a conclusão.

Agradeço as amigas da minha querida casa, Cibele, Luana, Giovana e Máisa, por tornarem meus dias mais leves, por compartilhar tantos momentos, por todo suporte, compreensão e ombro amigo.

E aos meus amigos, Júlia, Vitória, Victória, Guilherme, Bruna e André por toda presença, escuta, apoio e confiança, por toda permanência e compreensão as minhas faltas.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a minha graduação, expresso minha mais sincera gratidão!

RESUMO

Os conteúdos de bioquímica nutricional nos livros didáticos desempenham um papel importante na compreensão da relação entre alimentação, saúde e funcionamento do organismo. Esta pesquisa teve como objetivo principal analisar como os conceitos de bioquímica nutricional são abordados nos livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Novo Ensino Médio, aprovados pelo PNLD em 2021. Avaliou a conformidade com as diretrizes da BNCC, contextualização e acessibilidade aos alunos. Utilizando uma metodologia qualitativa e descritiva, foram analisadas cinco coleções disponíveis online, com foco na disposição dos conteúdos, interdisciplinaridade, contextualização social, recursos visuais e atividades propostas. Os resultados evidenciaram avanços na coleção *Matéria, Energia e Vida*, que condensou os temas em um único volume e promoveu interdisciplinaridade entre Química e Biologia e contextualização com o cotidiano, como, por exemplo, as associações de biomoléculas com alimentação e saúde. No entanto, persistiram lacunas, como a fragmentação dos conteúdos em outras coleções, a superficialidade na exploração de processos metabólicos e a ausência de atividades investigativas. Conclui-se que, embora a reforma do Ensino Médio incentive uma abordagem mais integrada, a implementação nos materiais didáticos ainda é desigual, destacando a necessidade de maior aprofundamento contextual e metodologias ativas para promover a aprendizagem sobre os conteúdos de bioquímica nutricional.

Palavras-chave: Bioquímica; nutrição; contextualização; interdisciplinaridade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Imagem do conteúdo sobre a metabolização do álcool	28
Figura 2. Atividade contextualizando o conteúdo com o cotidiano	29
Figura 3. Conceitualização sobre lipídios	30
Figura 4. Conteúdo sobre colesterol contextualizado à saúde	31
Figura 5. Contextualização do conteúdo de proteínas e carboidratos a partir dos alimentos	32
Figura 6. Demonstração da importância dos carboidratos complexos na alimentação	33
Figura 7. Conteúdo de Vitaminas sintetizado apenas em quadros	34
Figura 8. Conteúdo de Sais minerais sintetizado apenas em quadros	35
Figura 9. Conteúdo de energia contextualizado a partir de calorias	36
Figura 10. Presença de esquema no conteúdo sobre a distribuição de nutrientes	37
Figura 11. Sintetização das etapas da respiração celular	38
Figura 12. Atividade contextualizando o conteúdo com o cotidiano	38
Figura 13. Atividade contextualizando o conteúdo com o cotidiano	38
Figura 14. Questões de exames que abordam a bioquímica	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Coleções aprovadas no PNLD 2021 disponíveis de forma online e gratuita	21
Quadro 2: Os volumes de cada coleção que possui o conteúdo de Bioquímica Nutricional.	23
Quadro 3: Temas e volumes que abordaram a bioquímica nutricional	24
Quadro 4: Capítulos com abordagem da bioquímica nutricional nos conteúdos	27

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
EAN	Educação Alimentar e Nutricional
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PNAE	Programa Nacional de Alimentação Escolar
PNLD	Programa Nacional do Livro e do Material Didático
PNLEM	Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio
SEEMG	Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	10
INTRODUÇÃO	12
OBJETIVOS	14
Objetivo Geral	15
Objetivos Específicos	15
REFERENCIAL TEÓRICO	16
Ensino de Bioquímica no Ensino Médio	16
Os Livros Didáticos do Ensino Médio	19
METODOLOGIA	21
RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
Análise geral das coleções	23
Coleção Matéria, Energia e Vida: Uma abordagem interdisciplinar	26
CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

APRESENTAÇÃO

Prazer, meu nome é Lara Cunha, tenho 25 anos, nasci e cresci em um distrito de Ouro Preto chamado Cachoeira do Campo. Sempre fui uma pessoa curiosa, leitora voraz de livros de fantasia. A primeira trilogia que li e me apaixonei foi a saga Harry Potter, e me fascinava as conexões e vivências dos personagens com os fenômenos naturais. As possibilidades de fazer “magia” com plantas, as conexões com os animais, as vivências em uma escola onde os professores faziam parte da jornada de cada um, me gerou uma grande afinidade com o mundo da ciência, do experimento e da biologia.

Cresci em um ambiente que estimulava minha curiosidade e conexão com o mundo ao meu redor. Meu pai, com seu prazer em compartilhar conhecimentos, transformava as sextas-feiras em momentos de aprendizado, explicando fenômenos naturais e “curiosidades inúteis”, como ele chamava, mas que eu achava fascinantes. Ao mesmo tempo, cresci em uma casa com um quintal grande, repleto de árvores, hortas e animais, onde minha mãe, com seu carinho pelas plantas e práticas ecológicas, me ensinou a importância de cuidar do meio ambiente. Essa combinação de experiências despertou em mim o interesse de compreender o funcionamento do mundo e sobre os seres vivos.

Durante o período escolar, todo o conhecimento que era construído em casa e nos livros se associava com os conteúdos e me dava satisfação de estudar. No ensino médio, buscando entender qual profissão seguir e como eu poderia contribuir para o mundo, percebi que a biologia unia tudo o que me fascinava: as leis da natureza, o funcionamento do corpo humano e suas conexões interdisciplinares. Entretanto, o momento definitivo foi uma experiência particular de sala invertida. Estávamos estudando o corpo humano nas aulas de biologia e minha professora distribuiu os conteúdos para cada aluno preparar uma aula e explicar para a classe. O meu tema foi Sangue: Sistema ABO e, neste momento, desenvolvi minha primeira aula. Lembro da minha empolgação de compartilhar um conhecimento, com propriedade, e de forma didática, desenhando no quadro, despertando o interesse dos colegas. Tamanha empolgação que finalizei com o sentimento de: é isso que eu gostaria de fazer o resto da vida.

Entrei na universidade, comecei a cursar Ciências Biológicas Licenciatura e a cada semestre percebi o quanto acertei na minha escolha. Sou realizada com as possibilidades de ter os contatos com escolas, oportunidade de fazer parte de

laboratório, ver na prática como a pesquisa científica funciona e em como se ensina ciência. Durante o curso, trabalhei em uma escola na educação infantil e pude fazer parte do Programa Residência Pedagógica, que trouxe a realidade para mais perto. Além disso, durante a disciplina de Estágio Supervisionado III, o tema das minhas aulas lecionadas foi Biotecnologia, o que me despertou interesse em questões moleculares e me mostrou a necessidade de um bom desenvolvimento didático para ensinar conteúdos mais complexos.

Foi nesse contexto que a Bioquímica Metabólica me fascinou. Compreender os processos que regem e regulam o funcionamento do corpo humano tornou-se minha principal área de interesse, levando-me a iniciar uma trajetória científica no Laboratório de Bioquímica Metabólica, onde busco crescimento acadêmico e profissional. Durante este percurso, também refleti sobre os desafios de ensinar temas e conceitos abstratos, como metabolismo, especialmente ao ouvir debates entre colegas sobre as dificuldades enfrentadas na disciplina de Bioquímica.

Com reflexões pessoais, pude compreender que, para assuntos mais distantes do palpável, serem aprendidos, demandam didática e metodologias bem aplicadas. O estudo do metabolismo, no entanto, vai além do ensino superior. Ele é fundamental para compreender desde cedo temas como alimentação, funcionamento do corpo e ciências em geral. Assim, surge a proposta deste trabalho: unir meu interesse pelo conhecimento bioquímico à necessidade de ensinar esses conceitos de forma acessível e didática, contribuindo desde a educação básica para a formação de estudantes mais conscientes e preparados. E este conhecimento começa a ser construído desde a educação básica.

INTRODUÇÃO

Conforme a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) (Brasil, 2018), um dos objetivos do ensino médio, como descrito na introdução da Área de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, atualmente, é fornecer aos alunos o desenvolvimento do pensamento crítico, incentivando a tomada de decisões responsáveis e soluções de problemas. A expectativa é que, ao final do Ensino Fundamental, os alunos tenham construído uma compreensão básica do funcionamento do corpo e do organismo, na temática Vida e Evolução. No Ensino Médio os alunos devem aprofundar os conhecimentos construídos anteriormente e entender de forma mais ampla os diferentes temas das Ciências Naturais, como, por exemplo, sobre os processos biológicos relacionados às interações de manutenção da vida, como a alimentação e o metabolismo.

Encontramos ainda na BNCC, a partir da Lei n.º 11.947/2009, a importância de incorporar a educação alimentar e nutricional como tema contemporâneo transversal ao currículo escolar. Esta Lei dispõe sobre a alimentação escolar na educação básica, e estabelece no Art.2º, II, ser uma diretriz a inclusão da educação alimentar e nutricional no processo de ensino, visando o desenvolvimento de práticas saudáveis de vida (Brasil, 2009).

Para o entendimento da educação alimentar, é necessário abordar os conceitos de nutrição e bioquímica. A bioquímica é a ciência que estuda como biomoléculas presentes em organismos vivos interagem com o metabolismo, como são as reações químicas que mantêm e perpetuam a vida (Nelson; Cox, 2014). Enquanto a nutrição é a ciência que estuda os alimentos, seus nutrientes e utiliza a bioquímica para explicar os processos metabólicos que ocorrem com essas substâncias no corpo humano (Mitchell, 1978). Essas duas áreas convergem e possibilitam estudos relacionados a uma subárea denominada Bioquímica Nutricional. E a compreensão dos processos relacionados a essas ciências se alinha à Competência Específica 2 do Ensino Médio na BNCC, que trata da construção de interpretações sobre o funcionamento da vida e evolução dos seres vivos, fundamentando decisões éticas e responsáveis (Brasil, 2018).

Entretanto, conforme apontado por Paula e Verdes (2024), há um histórico de desinteresse dos alunos em relação ao ensino de biologia, o que pode estar relacionado a abordagens de conteúdo distantes da realidade dos estudantes, sem conexão ou contextualização prática. Essa desconexão agrava as dificuldades de compreensão de

temas mais complexos, que exigem abstração, como os conceitos bioquímicos, especialmente quando não são acompanhados de exemplos práticos do cotidiano. E, como observado por Francisco Junior (2007), a bioquímica está presente de forma transversal em diversas áreas, como a nutrição, permitindo a possibilidade dessas abordagens contextualizadas, com representações acessíveis que podem ser mais significativas para o aprendizado dos alunos.

No entanto, a rápida evolução das tecnologias e do conhecimento em bioquímica tem gerado distanciamento entre o que se aborda sobre o tema na formação inicial de professores de ciências, o que parece comprometer tanto a compreensão plena dessa área quanto o seu ensino na educação básica (Henriques et al., 2016). Dessa forma, os livros didáticos tornam-se recursos essenciais para os professores no ensino desta temática, algumas vezes sendo um dos únicos recursos de orientação e atualização para o desenvolvimento das aulas sobre conteúdos bioquímicos (Francisco Junior, 2007).

Os livros didáticos, como apontam Artuso e colaboradores (2020), possuem uma grande importância para o ensino brasileiro. Eles são recursos úteis como suporte para os professores, no planejamento de aula e alinhamento curricular. Ainda, funcionam como um repositório de exercícios que os professores e alunos podem acompanhar em conjunto. Além disso, um bom livro didático pode contribuir para a autonomia dos alunos por ser um material disponível para consulta e leitura em tempo integral (Artuso; Silva; Suero, 2020).

Os livros didáticos brasileiros são distribuídos a todas as escolas públicas pelo órgão regulamentador por meio do Programa Nacional do Livro Didático — PNLD (Brasil, 2024), sendo assim um material muito presente e frequente no ensino básico. Dada a relevância desses livros no contexto escolar, é essencial que os conteúdos abordados neles, especialmente os relacionados à nutrição e à bioquímica, sejam contextualizados e de fácil compreensão para garantir o processo de ensino-aprendizagem.

Diante disso, espera-se que essa contextualização tenha sido considerada pelos autores de livros didáticos, resultando em materiais mais atualizados e alinhados às propostas do Novo Ensino Médio. Dessa forma, esta pesquisa visa analisar como os conceitos de bioquímica nutricional são abordados nos livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Novo Ensino Médio aprovados pelo PNLD em 2021. Além de investigar os conteúdos que tratam de temas relacionados ao metabolismo,

busca-se identificar se os materiais refletem as diretrizes da BNCC, se oferecem abordagens contextualizadas e acessíveis aos alunos e identificar tanto os avanços quanto as lacunas referentes à bioquímica nutricional.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

- Analisar a abordagem dos conceitos de bioquímica nutricional nos livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Novo Ensino Médio, aprovados pelo PNLD em 2021.

Objetivos Específicos

- Identificar a presença de conceitos de bioquímica nutricional nos livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Novo Ensino Médio aprovados pelo PNLD em 2021.
- Analisar a abordagem desses conceitos, verificando se são apresentados de maneira isolada ou contextualizados no cotidiano dos estudantes.
- Investigar a interdisciplinaridade na abordagem dos conteúdos de bioquímica nutricional, identificando conexões entre Biologia, Química e outras áreas do conhecimento.

REFERENCIAL TEÓRICO

Ensino de Bioquímica no Ensino Médio

A Bioquímica é a ciência que estuda, em termos moleculares, os mecanismos e processos químicos encontrados e compartilhados pelos organismos vivos (Nelson; Cox, 2014). No contexto escolar, a Bioquímica não é tratada como um componente isolado, mas sim de forma transversal dentro de outras temáticas como Citologia, Fisiologia, Nutrição e Química Orgânica (Henriques et al., 2016).

Desde os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), vigentes de 2002 a 2017, já era destacada a necessidade de se compreender conceitos bioquímicos para compreender outros temas do ensino de Biologia e Química. O documento enfatizava a importância da Bioquímica para a compreensão de assuntos como as relações alimentares, fornecimento de energia e nutrição, além de ressaltar a necessidade de desenvolver esses conteúdos de forma contextualizada para favorecer a aplicação do conhecimento (Brasil, 2002).

Entretanto, há uma maior rejeição por parte dos alunos, aos assuntos mais abstratos, como a bioquímica, uma vez que a dificuldade de visualização e percepção sensorial interfere no processo de ensino-aprendizagem destes temas quando são trabalhados de forma que não se aproxima da realidade (Duré, 2018). Além disso, a abordagem da bioquímica em livros didáticos costuma ser conteudista, aumentando o desinteresse dos alunos (Vargas, 2011).

Niebisch (2016) analisou os conteúdos de Bioquímica em quatro livros de Biologia aprovados pelo PNLD 2015 e identificou entre os livros divergências nos conceitos sobre macromoléculas, além da falta de contextualização com o cotidiano. Essas limitações podem dificultar a abstração dos conteúdos e favorecer a construção de concepções equivocadas. Esse problema, no entanto, não é recente. Francisco Junior (2007), ao analisar livros de Química aprovados entre 1993 e 2003, encontrou resultados semelhantes, evidenciando a persistência dessas falhas ao longo dos anos.

A bioquímica é frequentemente tratada de forma secundária nos livros didáticos, aparecendo a partir de conceitos vagos e desconexos, sem um módulo específico, por exemplo, sobre biomoléculas, sendo diluída em capítulos de outros temas (Francisco, 2010). Em análise de livros didáticos utilizados nas escolas brasileiras entre 2000 e 2009, De Souza *et al.* (2012) demonstraram como os conteúdos de bioquímica

relacionados à nutrição eram dispersos entre os livros de Química e Biologia, com informações parciais e sem interligação entre as áreas. Nestes livros, a bioquímica era estudada em Biologia no 1º ano do Ensino Médio, enquanto na área da Química era trabalhada no 3º ano, dificultando a compreensão do tema como um todo. Nos livros de Biologia, foi apontada a falta de explicações sobre várias estruturas moleculares apresentadas, sem uma contextualização com o cotidiano importante para a compreensão do funcionamento metabólico.

Já em livros aprovados no PNLD 2018 foi possível encontrar a Bioquímica presente diretamente entre as temáticas. Nestes livros, nos de Biologia, havia capítulos sobre Bioquímica da Vida e Fisiologia, enquanto nos de Química havia conteúdos sobre Introdução à Bioquímica e propriedades das macromoléculas (De Freitas, et al., 2023). Entretanto, as aplicações continuam distantes entre si, sendo apresentadas em volumes e séries educacionais diferentes, sem uma linearidade do conteúdo, dificultando ainda o ensino da bioquímica como um todo.

Essa abordagem fragmentada, somada à carga excessiva de conteúdos e à limitação de tempo dos professores, muitas vezes impede que o tema seja mais explorado e desenvolvido em sala de aula (Solner, 2019). Uma vez que aumentar a carga curricular não é o ideal, Francisco Junior (2007) demonstra que seria interessante utilizar a bioquímica como um eixo estruturador para outros conteúdos, favorecendo a interdisciplinaridade.

Por exemplo, em pesquisa realizada entre os anos de 2006 e 2008 por De Souza (2018), foi observado a necessidade dos professores de Química e Biologia do 1º Ano começarem a ministrar suas aulas, que tratavam sobre bioquímica, de forma mais interdisciplinar. Visando, assim, melhorar o aprendizado do assunto, contribuindo para os alunos entenderem as estruturas químicas das moléculas na Química e as relacionar com a manutenção da vida na disciplina de Biologia (De Souza, 2012).

Esta interdisciplinaridade foi determinada no Brasil com a reformulação do Ensino Médio, a partir da Lei 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) passa a definir os currículos escolares em 4 áreas do conhecimento, sendo eles: Linguagens e suas Tecnologias; Matemática e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas Tecnologias; Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. O componente Ciências da Natureza e suas Tecnologias integra Biologia, Física e Química de maneira interdisciplinar, visando desenvolver competências

específicas que dizem respeito a compreender as relações de matéria e energia, a dinâmica da Vida e da Terra e analisar aplicações do conhecimento científico (Brasil, 2018). Com isso, é possível encontrar a bioquímica aplicada em diversos assuntos, principalmente na Competência 2, que aponta os estudos sobre biomoléculas, organização celular, órgãos e sistemas.

Nos Planos de Curso para o Ensino Médio de 2025 da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais (SEEMG), é possível encontrar a bioquímica presente nos conteúdos indicados ao 1º ano e ao 3º ano, tanto na disciplina de Biologia quanto de Química. Para o 1º ano, é pautada a “composição química dos seres vivos” e “metabolismo energético” para a Biologia e orientada à Química a oportunidade de relacionar estes conteúdos com ligações químicas. Já para o 3º ano, na disciplina de Biologia, encontra-se o conteúdo de “sistema digestório” com a orientação de ser relacionado à nutrição humana, enquanto para Química há a “introdução a orgânica” e diretamente “macromoléculas na bioquímica”. Além disso, é incentivada a interdisciplinaridade e contextualização nas orientações pedagógicas de ambas as disciplinas (Minas Gerais, 2025).

A contextualização no ensino é uma forma de relacionar o conteúdo científico com o conhecimento prévio do aluno, de forma que torne o conteúdo significativo, aproximando do cotidiano, de aspectos sociais e culturais (Kato, 2011). E uma possibilidade, que se demonstra satisfatória, para o ensino de bioquímica é a contextualização com a alimentação e nutrição, aproximando assim o conteúdo com o dia a dia (Da Silva, 2018).

A Educação Alimentar e Nutricional (EAN), prevista na Lei n.º 11.947/2009, inserida no Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), possui como um dos objetivos o desenvolvimento de hábitos alimentares saudáveis a partir das escolas. A partir disso, foi realizada alterações nos editais do PNLD de forma que os livros dialoguem com a educação alimentar (Brasil, 2009).

De Santana (2021) analisou os conteúdos abordados nos livros didáticos de Biologia, identificando possibilidades para a inclusão da Educação Alimentar e Nutricional. Com isso o autor destaca, em particular, os conteúdos sobre biomoléculas e a contextualização da bioquímica relacionada aos alimentos. É fundamental o conhecimento da bioquímica dos alimentos, suas composições químicas e a associação

das biomoléculas com o cotidiano, pois isso pode incentivar escolhas mais críticas e a adoção de melhores hábitos alimentares (Cipriani, 2022).

Os Livros Didáticos do Ensino Médio

Os livros didáticos (LD) constituem um material pedagógico presente, atualmente, em todas as escolas públicas da educação básica, sendo regulamentados, avaliados e disponibilizados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) (Brasil, 2017). Criado pelo Decreto n.º 91.542, de 1985, o programa passou por diversas reformulações ao longo dos anos, mas permanece em vigor conforme as Disposições Gerais do Decreto n.º 9.099 (Brasil, 2017). A regulamentação dos livros didáticos do ensino médio foi efetivada em 2004, a partir da criação do Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM).

As Disposições Gerais do PNLD, parte do decreto citado anteriormente, discorrem sobre as etapas de avaliação e demonstra a criteriosidade de escolha, analisando os conteúdos perante a coerência e adequação das abordagens e linguagem, atualização de conceitos e apresentação de orientação aos docentes. Além disso, as aprovações acontecem a cada 3 anos, sendo disponibilizados às escolas uma lista dos livros aprovados para que os professores possam escolher conforme a preferência. (Brasil, 2017).

Até o PNLD 2018, as coleções de LD, que contemplavam a área de Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, eram divididas entre as áreas de Biologia, Física e Química, sendo estruturadas segundo as séries letivas (De Freitas, et al., 2023). Entretanto, uma questão preocupante era a presente fragmentação dos conteúdos, nos livros entre as áreas, contradizendo as recomendações Diretrizes Curriculares Nacionais (Gramowski, 2017).

Após a aprovação da Lei 13.415/2017, que contempla o Novo Ensino Médio, a Base Nacional Comum Curricular passa a orientar os componentes curriculares a partir dos itinerários formativos, sendo um deles a Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, integrando as três áreas anteriormente citadas de forma interdisciplinar. A partir disso, os objetivos do PNLD também são alterados com o Decreto n.º 9.099 e um deles se torna “apoiar a implementação da Base Nacional Comum Curricular” (Brasil, 2009).

Com isso, as coleções de LD, a serem aprovadas no PNLD 2021, passam a ser compostas por seis volumes, integrando as três áreas, que podem ser utilizados durante

os três anos do EM, conforme a disposição do currículo escolar e preferência do professor (De Freitas, *et al.*, 2023). Conforme o Guia Digital PNLD 2021, os seis livros devem contemplar todas as habilidades e competências determinadas pela BNCC ao Ensino Médio. Há também um apontamento sobre a importância dos conteúdos, textos, imagens e atividades, estarem relacionados aos “problemas reais vividos pelos jovens”, de forma que contribuam para seu cotidiano.

Este novo formato possibilita a aplicação da interdisciplinaridade em sala de aula, a contextualização dos conteúdos com os aspectos sociocultural e pode colocar o aluno como protagonista (Da Silva Fernandes, 2021). Entretanto, essa condensação dos conteúdos também pode promover a redução de conteúdos e maior superficialidade comparada aos livros didáticos anteriores (Leal, 2021).

METODOLOGIA

Este estudo foi realizado visando investigar a presença e a abordagem da bioquímica nutricional nas Coleções de Livros Didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias utilizados no Novo Ensino Médio, aprovados pelo PNLD de 2021. Para tanto, adotou-se uma abordagem qualitativa e descritiva, que consiste em documentar a presença dos conteúdos e analisar a linguagem, as imagens e a contextualização social, a partir de fundamentos e critérios estabelecidos (Chizzotti, 2017).

O levantamento dos materiais didáticos foi realizado por meio da plataforma digital do governo, onde foi consultada a lista de todas as coleções aprovadas pelo PNLD 2021, pelo site: Guia Digital — PNLD¹. Em seguida, foram buscadas as coleções disponíveis de forma *online* e gratuita nos sites oficiais das editoras. Das sete coleções aprovadas, cinco foram encontradas, cada uma composta por 6 volumes. No quadro a seguir, estão organizadas as coleções, a editora, ano e a respectiva identificação.

Quadro 1: Coleções aprovadas no PNLD 2021 disponíveis de forma online e gratuita

Coleção	Editora	Ano	Autores	Identificação
Moderna Plus	Moderna LDTA	2020	José Mariano Amabis, et al	C1
Conexões	Moderna LDTA	2020	Miguel Thompson, et al	C2
Diálogo	Moderna LDTA	2020	Kelly Cristina dos Santos	C3
Lopes e Rosso	Moderna LDTA	2020	Sergio Rosso, Sônia Lopes	C4
Matéria, Energia e Vida	SCIPIONE S.A.	2020	Eduardo Mortimer, et al.	C5

Fonte: Elaborado pela autora.

A seleção dos volumes para análise foi baseada na presença de conteúdos relacionados à bioquímica nutricional, como biomoléculas, calorias, metabolismo, respiração celular e fisiologia, mais especificamente digestão. Uma vez que, a subárea bioquímica nutricional estuda os processos bioquímicos envolvidos no metabolismo de nutrientes, sendo as biomoléculas macronutrientes (proteínas, lipídios e carboidratos) e micronutrientes (vitaminas e minerais) (Dridi, 2022). Esta subárea baseia-se na compreensão das vias metabólicas que regulam a conversão e a utilização desses nutrientes pelo organismo, bem como na interação entre a fisiologia para a regulação do consumo e armazenamento de energia (Berdanier, 2007).

¹ O site pode ser consultado no seguinte endereço: https://pnld.nees.ufal.br/pnld_2021_didatico/inicio

A análise de dados baseou-se em critérios estabelecidos por (Bandeira, 2012; Cardoso, 2021) que propõe categorização dos conteúdos, além de pesquisas em trabalhos semelhantes que analisaram LD de Ciências da Natureza do Novo Ensino Médio (Da Silva, 2023; Umeres, 2024). Dessa forma, os critérios estabelecidos, foram:

- a) Disposição do conteúdo nas coleções: verifica em quantos volumes e a temática dos capítulos no qual a bioquímica nutricional aparece;
- b) Conteúdos: analisa quais conteúdos abordam a bioquímica nutricional e a interdisciplinaridade entre química e biologia;
- c) Contextualização social: analisa se os textos possuem contextualização social;
- d) Recursos Visuais: analisa a presença, apresentação e contextualização de imagens, objetos gráficos e tabelas;
- e) Atividades: analisa a presença, aplicação e contextualização de exercícios, além do incentivo a pesquisa em outras fontes.

A análise foi realizada em duas etapas: primeiro, de forma geral, comparando as coleções conforme os conteúdos encontrados e a disposição destes entre os volumes. Em seguida, foi selecionada a coleção *Matéria, Energia e Vida* (Scipione, S.A.) para uma análise mais sofisticada, na qual foram considerados todos os critérios definidos. A escolha dessa coleção frente às demais se deu por apresentar um tratamento mais integrado dos conteúdos de Bioquímica em um mesmo volume. Além disso, destacou-se pela presença de contextualização a situações do cotidiano dos estudantes e uma abordagem interdisciplinar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A princípio, ao serem analisadas as coleções encontradas, percebe-se que não possuem indicação da série letiva para a utilização dos volumes. Esses volumes foram construídos para serem materiais interdisciplinares, com conteúdo das disciplinas química, física e biologia em todos os livros.

Anteriormente, as coleções eram compostas por 3 livros de cada disciplina, sendo um para cada série letiva do Ensino Médio. Neste novo modelo, os volumes podem ser utilizados conforme o currículo escolar e a necessidade do professor (De Freitas, et al., 2023). Entretanto, como os currículos estaduais, incluindo o Currículo Referência de Minas Gerais, ainda necessitam organizar os componentes curriculares por disciplina e ano de escolaridade, a ausência dessa divisão nos livros didáticos pode implicar em um trabalho adicional para as instituições. Assim, em vez de facilitar a implementação do Novo Ensino Médio, esse modelo pode sobrecarregar as escolas e professores, que precisam reorganizar a utilização dos livros de forma compatível com as diretrizes curriculares, tornando o processo menos eficiente.

Análise geral das coleções

Ao verificar a disposição dos conteúdos nas coleções, analisando em quais volumes a bioquímica nutricional é encontrada, foi percebida distintas formas de distribuição dos temas, representada no quadro a seguir:

Quadro 2: Os volumes de cada coleção que possui o conteúdo de Bioquímica Nutricional.

Coleção	Editora	Volumes	Identificação
Moderna Plus	Moderna LTDA	V1; V3; V6	C1
Conexões	Moderna LTDA	V1; V3; V4	C2
Diálogo	Moderna LTDA	V2; V3; V5; V6	C3
Lopes e Rosso	Moderna LTDA	V2; V4; V5	C4
Matéria, Energia e Vida	SCIPIONE S.A.	V2	C5

Fonte: Elaborado pela autora.

Em coleções como C1 (Moderna Plus), C2 (Conexões) e C4 (Lopes e Rosso) encontramos a bioquímica nutricional abordada em 3 volumes distintos, concentrando os temas mais em seções identificadas tradicionalmente como relacionados à biologia. Já na coleção C3 (Diálogo) encontramos o conteúdo abordado em 4 volumes diferentes, tanto em seções mais associadas à biologia quanto à química. Enquanto a C5 (Matéria, Energia e Vida) possui somente um volume condensando todos os temas que abordam a bioquímica nutricional em uma unidade sobre saúde e nutrição, com capítulos interdisciplinares de biologia e química.

Essa variação na disposição dos conteúdos reflete a fragmentação histórica da bioquímica nos livros didáticos, como apontado por De Souza *et al.* (2012), que identificaram a dispersão dos temas entre Biologia e Química, que pode dificultar a compreensão integral dos processos metabólicos.

Também encontramos diferentes formas de organização ao comparar os volumes e os capítulos quais possuem os temas que abordam a bioquímica nutricional. No geral, foi encontrada a bioquímica nutricional abordada em capítulos com temas similares, por exemplo: Fisiologia, Nutrição, Transformação de Matéria e Energia, Metabolismo Energético e Compostos Orgânicos. Somente em C3 e C2 encontramos, também, em capítulos sobre Citologia e Moléculas da vida. Entretanto, as coleções se distinguem na presença destes capítulos e na disposição destes entre os volumes. No quadro a seguir são apresentadas as temáticas, a identificação das coleções e os volumes em que estão dispostos estes conteúdos.

Quadro 3: Temas e volumes que abordaram a bioquímica nutricional

	C1	C2	C3	C4	C5
Citologia			V2		
Fisiologia	V3	V3	V5	V4, V5	V2
Nutrição			V5	V5	V2
Transformação e Energia	V3	V1 e V4		V2	V2
Metabolismo Energético	V3		V3	V2	V2
Compostos Orgânicos	V1, V6	V4	V2, V6		
Moléculas da vida		V4			

Fonte: Elaborado pela autora.

Ao analisar esta disposição, encontramos que o conteúdo sobre bioquímica nutricional é abordado em Citologia apenas na C3. Encontramos a temática Fisiologia tratada em capítulo específico em C1 e C2 enquanto em C3, C4 e C5 é abordado junto aos capítulos sobre nutrição. A bioquímica também é encontrada nas coleções em capítulos que abordam sobre Transformação de Matéria e Energia Térmica, com exceção de C3. Capítulos específicos sobre metabolismo energético são encontrados em C1, C4 e C5, e em C3 a temática está em capítulo de Ecologia. Compostos Orgânicos, que fazem relação com a bioquímica estrutural, podem ser encontrados somente em C1, C2 e C3, e diferentes volumes. E somente em C2, encontra-se um capítulo específico sobre Moléculas da Vida.

Apesar da proposta interdisciplinar do Novo Ensino Médio, observa-se que, a bioquímica ainda é tratada de forma secundária em algumas coleções, com poucos capítulos específicos, como era anteriormente enfatizado por Francisco (2010).

Todavia, ainda de acordo com autor supracitado, a bioquímica está presente em diversas áreas, o que permite ser trabalhada de modos diferentes. E, ao analisar os conteúdos abordados em cada capítulo citado anteriormente, encontramos a presença dos conteúdos de biomoléculas, calorias, respiração celular, e digestão, dispostos de formas distintas entre as coleções.

A conceitualização de cada uma das biomoléculas, sendo elas macronutrientes e micronutrientes, em cada coleção é abordada em uma temática principal diferente. Por exemplo, em C1, o conteúdo é desenvolvido em um capítulo sobre compostos orgânicos, enquanto em C2 encontra-se no capítulo específico para o conteúdo nomeado “As moléculas da vida”. Em C3 é desenvolvido associado à citologia, enquanto em C4 e C5 encontramos o conteúdo sendo trabalhado em capítulos de nutrição.

Encontramos a bioquímica nutricional, também, quando é abordado sobre calorias. Calorias são unidades de medida de energia que quantificam, por meio dos calorímetros de combustão, a quantidade de energia que as biomoléculas fornecem ao corpo humano quando consumidos (Santos, 2010). Dessa forma, encontramos nas coleções, com exceção de C3, textos sobre calorias em capítulos sobre energia térmica e transformação da matéria, com a química como foco principal, principalmente para exemplificar a combustão.

Um tema importante para a bioquímica é a respiração celular, a qual é um processo metabólico de degradação de moléculas orgânicas, como glicose, ácidos graxos e aminoácidos, utilizando nutrientes da dieta como substratos para a síntese de ATP (Nelson Cox, 2014). Este processo envolve o metabolismo, energia e nutrição, com isso é encontrado, também, com abordagens diferentes. Em C1 e C4 a respiração celular é abordada em capítulos específicos sobre metabolismo energético. Em C2 e C3, observamos a interdisciplinaridade da química e biologia, abordando o processo em capítulos que convergem transformação da matéria com energia dos seres vivos. Já em C5 é abordada em capítulo sobre bioenergética nutricional, que une fisiologia e metabolismo energético.

Os processos fisiológicos, também integram a bioquímica nutricional, como a digestão, que pode ser definida como um processo de degradação enzimática das biomoléculas em substratos que serão absorvidos e utilizados no metabolismo energético (Nelson Cox, 2014). Dessa forma, encontramos os conteúdos nessa temática tanto em capítulos específicos sobre fisiologia, como em C1 e C2, como em capítulos sobre nutrição, como em C5, C3 e C4.

Além disso, foi observado em C4 um capítulo sobre fisiologia do movimento, no qual há a presença de bioquímica nutricional ao desenvolver sobre diferentes vias metabólicas utilizadas em contração muscular.

Coleção Matéria, Energia e Vida: Uma abordagem interdisciplinar

A coleção *Matéria, Energia e Vida*, da editora Scipione, destaca-se por sua abordagem interdisciplinar, que se propõe desenvolver os conteúdos de forma contextualizada e aplicada ao cotidiano dos estudantes. Entre as coleções analisadas, ela foi selecionada para uma análise mais aprofundada por apresentar maior condensação dos conteúdos, além de uma organização que favorece conexões entre áreas do conhecimento. Os temas de bioquímica nutricional estão reunidos em um único volume, intitulado “*Desafios contemporâneos das juventudes*”, o que facilita a compreensão integrada dos conteúdos e sua aplicação prática.

A proposta do volume é abordar os conteúdos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias contextualizados com assuntos referentes à saúde, nutrição e autocuidado, para promover a reflexão sobre os desafios que os jovens enfrentam. Assim, este volume é dividido em três unidades. Unidade 1: Drogas, cigarro e bebidas alcoólicas:

uma perspectiva interdisciplinar. Unidade 2: Corpo, saúde e nutrição. Unidade 3: Adolescência: anos de grandes mudanças.

O volume selecionado visa contemplar a Competência Específica 2 da BNCC, que enfatiza a construção de interpretações sobre a dinâmica da vida e a tomada de decisões éticas e responsáveis (Brasil, 2018). E esperam, assim, como um dos objetivos expostos, que os alunos possam: “Avaliar os alimentos com base em critérios químicos e biológicos relacionados à sua composição e sua ação no organismo para refletir e tomar decisões sobre seus hábitos alimentares a favor de uma alimentação saudável e equilibrada.” (Mortimer; et al., 2020).

Com o levantamento dos dados de todo o volume, encontramos a bioquímica nutricional na Unidade 1 e ao longo da Unidade 2. Os capítulos foram os seguintes: Capítulo 1: Analisando a composição e a ação do cigarro e das bebidas alcoólicas; Capítulo 3: Alimentos e substâncias para manter a saúde e o bem-estar; Capítulo 4: Termoquímica dos alimentos; Capítulo 5: Bioenergética nutricional.

Os conteúdos, de cada capítulo, onde se encontra a presença da bioquímica nutricional, foram sintetizados no quadro 4 a seguir.

Quadro 4: Capítulos com abordagem da bioquímica nutricional nos conteúdos

Capítulo	Assunto	Tópico
Capítulo 1: Analisando a composição e a ação do cigarro e das bebidas alcoólicas	Metabolização do álcool	1.15. Bebida e direção: por que esta é uma mistura perigosa?
Capítulo 3: Alimentos e substâncias para manter a saúde e o bem-estar	Macronutrientes Micronutrientes	3.2. Lipídeos 3.3. Colesterol 3.4. Castanhas 3.5. Porque frango e batata-doce? 3.7. Vitaminas e sais minerais: micronutrientes importantes em nossa dieta
Capítulo 4: Termoquímica dos alimentos	Calorias	4.1. De olho nos rótulos: entendendo o valor energético dos alimentos 4.5. Como o nosso corpo obtém a energia dos alimentos?
Capítulo 5: Bioenergética nutricional	Fisiologia Respiração Celular	5.1. Dos alimentos aos nutrientes 5.4 . A distribuição dos nutrientes 5.6 . A obtenção e o armazenamento da energia dos alimentos pelo corpo

Fonte: Elaborado pela autora.

Ao analisar os textos dos capítulos citados, é evidente a presença da contextualização social. Essa é uma prática educacional que integra as experiências e realidades sociais dos alunos ao ensino-aprendizagem, conectando o saber acadêmico ao cotidiano dos estudantes (Festas, 2015). E, pode-se perceber que o livro, desenvolve

esta proposta ao abordar os conteúdos de ciências da natureza a partir de temas do cotidiano como bebidas alcoólicas e nutrição.

No Capítulo 1, ao desenvolver o conteúdo sobre a metabolização do álcool, é abordado o impacto do álcool nas vias metabólicas da glicose e glicogênio e a conversão do etanol em gordura. O texto, como demonstrado na Figura 1, descreve o processo metabólico do álcool resultando em hipoglicemia, conhecimento importante para a conscientização. Além disso, é válido evidenciar a presença da representação esquemática dos processos, que auxilia na compreensão. Entretanto, o texto introduz conceitos bioquímicos complexos antes de apresentá-los de forma estruturada. Embora a contextualização com o consumo de álcool torne o tema mais próximo da realidade dos alunos, a antecipação de termos técnicos pode gerar dificuldades na assimilação do conteúdo.

Figura 1. Imagem do conteúdo sobre a metabolização do álcool

O consumo excessivo de etanol pode resultar em hipoglicemia, isto é, queda na concentração de glicose sanguínea. Isso porque os estoques de glicose são acumulados no fígado, na forma de glicogênio. À medida que o corpo demanda glicose para a respiração celular, o glicogênio é disponibilizado à corrente sanguínea sob a forma de glicose, processo chamado de gliconeogênese. O álcool, porém, afeta esse processo. Nas duas reações de oxidação que o álcool sofre no fígado, há como subproduto moléculas de NADH no citoplasma das células hepáticas. O NADH favorece reações de moléculas intermediárias da gliconeogênese, resultando na síntese diminuída de glicose, o que leva à hipoglicemia (figura 1.65). A hipoglicemia produz muitos dos efeitos associados à embriaguez, como agitação, diminuição de julgamento e estados de agressividade. Muitos deles estão associados à irresponsabilidade na direção.

O álcool libera uma grande quantidade de energia ao ser oxidado, cerca de $7,1 \text{ kcal} \times \text{g}^{-1}$, valor equivalente ao liberado por carboidratos e lipídios, mas não oferece vantagens como fonte de energia ou alimento. Primeiramente, porque o etanol não é convertido em glicose no organismo. As calorias consumidas por meio de sua ingestão, se estiverem acima das necessidades diárias, são convertidas em gordura, resultando, a longo prazo, nos indesejáveis "pneus" na barriga.

Café forte e banho frio não aceleram o metabolismo do etanol no organismo humano. A melhor receita é seguir a máxima: "Se dirigir, não beba; se beber, não dirija".

Por fim, devem ser considerados os casos mais graves gerados pelo uso crônico do álcool. O uso crônico gera consequências severas em diferentes órgãos do corpo: gastrites, esofagites, úlcera, esteatose, hepatite e cirrose hepática, pancreatite, demência, deficiências vitamínicas, disfunção erétil, irregularidades no ciclo menstrual e câncer.

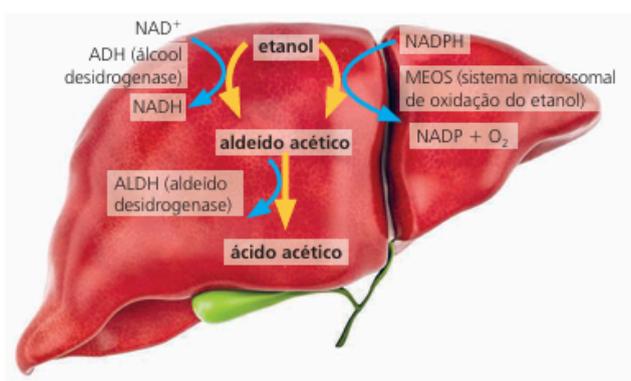


Figura 1.65 – O álcool é metabolizado no fígado. Os elementos não I estão representados em proporção. Cores fantasia.

Fonte: Mortimer; et al (2020, p. 43)

O Capítulo 3, de acordo com sua introdução, se propõe a construção do pensamento crítico dos estudantes sobre a alimentação de acordo com bases científicas. Destaca-se que, essa abordagem condiz com os objetivos da Educação Alimentar e

Nutricional (EAN), que se preocupa em promover o desenvolvimento de hábitos alimentares saudáveis a partir do ensino.

Os conteúdos deste capítulo possuem foco interdisciplinar entre a área biológica e química, apresentando as biomoléculas, suas funções, estruturas, fontes alimentares e processos metabólicos. Além disso, com a intenção de promover a contextualização e protagonismo dos estudantes na construção do conhecimento, o capítulo inicia com a proposta de uma atividade antes do conteúdo. Esta atividade (Figura 2), presente na seção “Articulação de ideias” que se propõe a aplicabilidade dos conhecimentos, aborda de forma geral os conteúdos que serão desenvolvidos no capítulo e a bioquímica nutricional é articulada ao trabalhar os macronutrientes e fornecimento de energia nas perguntas.

Figura 2. Atividade contextualizando o conteúdo com o cotidiano

ARTICULAÇÃO DE IDEIAS NÃO ESCREVA NO LIVRO

1. Como a alimentação se tornou uma preocupação com a saúde da população no mundo atual?
2. De que modo as escolhas alimentares têm relação com padrões de beleza atuais?
3. Tendo em vista a discussão histórica do texto, você considera a beleza algo relativo? Justifique a sua resposta.
4. Por que muitos jovens optam por comportamentos alimentares inadequados para alcançar o “corpo perfeito”?
5. A partir de agora, vamos analisar a composição de diversos alimentos para entender o impacto de diferentes substâncias sobre o nosso corpo e a nossa saúde. Comece analisando as informações contidas em um rótulo de biscoito de aveia e mel para responder a algumas questões sobre esses dados (quadro 3.1).

	Quantidade por porção		% VD (*)
Informação nutricional Porção de 30 g (5 biscoitos)	valor energético	129 kcal = 538 kJ	6%
	carboidratos	20 g	7%
	proteínas	3,3 g	4%
	gorduras totais	4,0 g	7%
	gorduras saturadas	1,4 g	6%
	gorduras trans	não contém	**
	gorduras monoinsaturadas	1,5 g	**
	gorduras poli-insaturadas	0,7 g	**
	colesterol	0 mg	0%
	fibra alimentar	1,4 g	6%
sódio	52 mg	2%	

* % Valores diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8 400 kJ. Os valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.
 ** VD não estabelecido. Redução de 30% em gorduras saturadas quando comparado ao biscoito sabor maçã e canela.

Quadro 3.1 – Informação nutricional constante de um pacote de biscoito de aveia e mel.

- a) Calcule a porcentagem total de gordura que você ingere ao comer cinco biscoitos de aveia e mel.
- b) Ao comer uma porção desse biscoito, que tipo de gorduras você está ingerindo?
- c) A quantas calorias corresponde essa porção?

6. O quadro 3.2 apresenta o valor calórico por grama proveniente de três tipos de constituintes encontrados em alimentos.

Fonte	Valor calórico em 1 g do produto (kcal/g)
carboidrato	4,0
gordura	9,0
proteína	4,0

Quadro 3.2 – Valor calórico por grama de substâncias encontradas em alimentos.

- a) Qual dessas fontes fornece mais energia ao corpo?
- b) Considerando o total de calorias fornecidas por uma porção dos biscoitos analisados na questão 5, calcule quantas são obtidas a partir das gorduras, dos carboidratos e das proteínas.

Fonte: Mortimer; et al (2020, p. 72)

Em sequência, é desenvolvido o conteúdo sobre as biomoléculas, iniciando com a apresentação dos lipídeos de forma interdisciplinar, utilizando estas moléculas como contexto para aprofundar em química orgânica. É apresentada a importância destes nutrientes em processos biológicos, mas não se aprofunda em vias metabólicas, sendo que a importância destes conhecimentos para a compreensão do metabolismo já era evidenciada desde o PCNEM (Brasil, 2002). Além de, ao verificar as ilustrações presentes, encontra-se mais representações das estruturas químicas e poucas de alimentos associados a elas, como exposto na Figura 3, algo que pode comprometer os esforços de contextualização por parte dos autores.

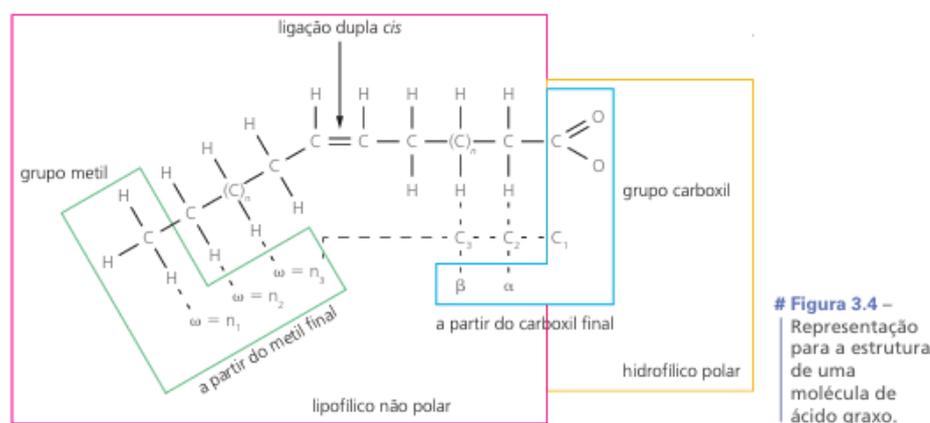
Figura 3. Conceitualização sobre lipídios

Essas gorduras, que estão presentes na constituição de biscoitos, formam um grupo de substâncias pertencente à classe dos denominados **lipídios**, que são substâncias insolúveis em água, mas solúveis em solventes orgânicos. Em geral, essa classe de substâncias é sistematizada tendo como referência características estruturais das moléculas em quatro subgrupos:

- ácidos graxos;
- esteroides;
- vitaminas lipossolúveis;
- outros terpenos.

Os lipídios são moléculas de gordura formadas por ácidos graxos, muito importantes no fornecimento de energia para o nosso corpo.

Vamos analisar, do ponto de vista químico, uma molécula genérica de um ácido graxo.



Fonte: Mortimer, et al. (2020, p. 73)

Encontram-se os conteúdos de bioquímica de forma mais contextualizada ao abordarem sobre o colesterol, apresentando sua importância para a manutenção da saúde (Figura 4), promovendo a conscientização sobre o consumo de alimentos que podem aumentar a sua concentração no organismo humano. E, também, no tópico intitulado “Castanhas”, ainda abordando sobre as gorduras, associando o alimento às funções das gorduras monoinsaturadas no metabolismo. Entretanto, em ambos, os processos metabólicos são apenas brevemente citados.

Figura 4. Conteúdo sobre colesterol contextualizado à saúde

O colesterol HDL

O HDL é conhecido popularmente como “colesterol bom” e tem a função de recolher as moléculas de colesterol que se desprenderam das lipoproteínas LDL. Assim, o HDL transporta o colesterol e os triglicerídios de volta, dos tecidos periféricos ao fígado, onde são convertidos principalmente em ácidos biliares.

O colesterol VLDL

As lipoproteínas VLDL também participam do transporte de colesterol no sangue, mas são responsáveis pelo transporte dos triglicerídios, outro tipo de gordura. As lipoproteínas VLDL convertem-se em LDL após terem deixado os triglicerídios nos músculos e no tecido adiposo.

Importância do colesterol na manutenção da saúde

O colesterol é um componente essencial das membranas celulares e um precursor dos ácidos biliares e dos hormônios esteroides. O colesterol é essencial para:

- a formação e a manutenção das membranas celulares, pois ajuda a célula a resistir às mudanças na temperatura e faz parte da mielina, que protege e isola as fibras dos nervos;
- a formação dos hormônios sexuais (progesterona, testosterona, estradiol, cortisol);
- a produção dos sais da biliar, que ajudam a digerir alimentos;
- a conversão da vitamina D na pele (quando exposta à luz solar).

Nosso organismo fabrica todo o colesterol de que necessita, de modo controlado, principalmente no fígado, mas também no intestino e na pele, em quantidades suficientes para atender às próprias necessidades.

Por meio do exame de sangue podemos ter informações sobre a quantidade de colesterol que circula no sangue. Dessa quantidade, cerca de 85% correspondem a moléculas produzidas pelo próprio corpo. Os outros 15% provêm da ingestão de alimentos.

O aumento da quantidade de colesterol que circula no sangue tem sido associado à formação de placas que podem estreitar ou bloquear os vasos sanguíneos, causando a doença conhecida como arteriosclerose. Se as artérias do coração entupirem, pode ocorrer um infarto. A artéria entupida também pode desenvolver pontas duras, o que pode causar a quebra das placas, obstruindo os vasos sanguíneos de qualquer lugar do corpo. Um vaso sanguíneo entupido no cérebro, por exemplo, pode causar um acidente vascular cerebral (AVC).



Figura 3.14 – Carne vermelha e camarão são exemplos de alimentos ricos em colesterol.

Fonte: Mortimer, et al. (2020, p. 78)

Após isso, a apresentação sobre proteínas e carboidratos é desenvolvida no mesmo tópico intitulado “Por que frango e batata-doce?”, como demonstrado na figura 5. Como destacado por Da Silva (2018), a contextualização da bioquímica por meio da alimentação pode ser uma boa estratégia para aproximar o conteúdo da realidade dos alunos. Dessa forma, utilizam-se do consumo destes alimentos por praticantes de atividade física para abordar as fontes destes nutrientes, sendo a batata-doce como fonte de carboidratos e o frango como fonte de proteínas, e seus processos metabólicos no fornecimento de energia e construção de massa muscular.

Figura 5. Contextualização do conteúdo de proteínas e carboidratos a partir dos alimentos

3.5 Por que frango e batata-doce?

Tem sido cada vez mais comum encontrar essa combinação: frango e batata-doce. Por quê? Atletas e pessoas com uma rotina de treinos e atividades em academias fazem uso dessa refeição. Para compreendermos se essa combinação faz sentido e seus efeitos no organismo, vamos analisar a composição desses alimentos.

Informação nutricional Porção de 100 g de peito de frango sem pele cozido	Quantidade por porção		% VD (*)
	valor energético	163 kcal	8,15%
	carboidratos	0,00 g	0,00%
	proteínas	31,50 g	10,50%
	gorduras totais	3,20 g	5,82%
	gorduras saturadas	1,10 g	5,00%
	fibra alimentar	0,00 g	0,00%
	sódio	36,00 mg	1,50%

* % Valores diários de referência com base em uma dieta de 2 mil kcal ou 8 400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

Quadro 3.3 – Composição nutricional para uma porção de peito de frango sem pele.



Figura 3.16 – Frango e batata-doce: há algum segredo nutricional nessa mistura? Os elementos não estão representados em proporção.

Fonte: Mortimer, et al. (2020, p. 79)

Outra contextualização do conteúdo também pode ser vista na Figura 6, quando é demonstrado a importância dos carboidratos complexos para alimentação, associando a um melhor desempenho na academia. Reforçando a necessidade do conhecimento da química dos alimentos para a tomada de melhores decisões no dia a dia, como apontado por Cipriani (2022).

Figura 6. Demonstração da importância dos carboidratos complexos na alimentação

No Capítulo 5 você verá que lipídios e proteínas também podem fornecer energia ao corpo. Porém, nossa fonte primária de energia provém dos carboidratos.

Se a função dos carboidratos é fornecer energia e a taxa de glicose em nosso corpo é regulada por hormônios, qual seria a vantagem da batata-doce em vez de outras fontes de carboidratos?

Pense na seguinte cena: alguém na academia comendo frango e, de sobremesa, uma deliciosa barra de chocolate. A batata-doce e o chocolate são ricos em carboidratos. Qual é a diferença entre usar um ou outro como fonte de carboidratos?

Uma primeira resposta pode ser: porque o chocolate é bem mais calórico. Essa resposta está correta, mas não é esse o problema central. A resposta está no conceito de **índice glicêmico**, que caracteriza o perfil de absorção dos carboidratos e a resposta metabólica do organismo após as refeições.



Figura 3.23 – O chocolate apresenta maior índice glicêmico comparando com a batata-doce.

O chocolate, ao ser digerido pelo corpo, libera glicose, que leva o organismo a liberar grandes quantidades de insulina para tentar manter equilibrados os níveis de glicose no sangue. O chocolate, portanto, tem um índice glicêmico alto. Pesquisas têm indicado que esse pico na produção de insulina contribui para uma saciedade menor após as refeições. Em contrapartida, alimentos com índice glicêmico menor têm como consequência um controle mais adequado na liberação de insulina e o aumento da saciedade.

Ao ser ingerida, a batata-doce também vai liberar a glicose. Porém, essa glicose será obtida pela quebra do amido, um polissacarídeo, processo que demora mais tempo. Além disso, ela tem em sua composição fibras insolúveis. Assim, seu processo digestivo em nosso corpo é mais lento, diminuindo o pico de insulina, garantindo a disponibilidade de energia de forma mais gradual. Isso aumenta a saciedade do indivíduo por mais tempo.

Fonte: Mortimer; et al (2020, p. 82)

Ao apresentar os micronutrientes, vitaminas e sais minerais, encontra-se a presença da bioquímica ao demonstrarem as estruturas químicas de cada um, fontes e funções no organismo (Figura 7 e 8). Entretanto, os textos não são aprofundados, o que possibilitaria entender mais acerca dos mecanismos necessários para que essas funções

aconteçam. Resultado semelhante ao de De Souza et al. (2012) que já apontava informações incompletas sobre as moléculas apresentadas.

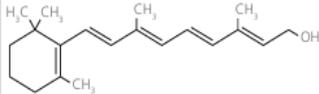
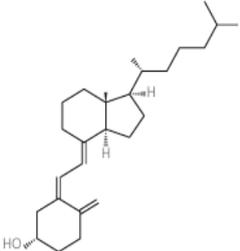
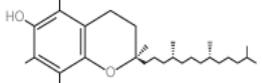
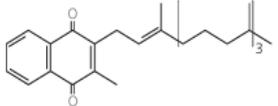
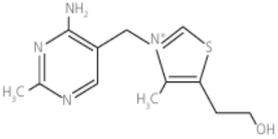
Figura 7. Conteúdo de Vitaminas sintetizado apenas em quadros

Vitaminas

O estudo das vitaminas para a compreensão de seu uso em nossa alimentação é mais proveitoso quando associado ao estudo dos sais minerais. Atualmente existem muitas evidências de que elas são adequadamente absorvidas na presença de determinados íons, encontrados, por exemplo, em sais minerais.

As vitaminas são agentes essenciais para a manutenção das funções biológicas. A maioria delas é obtida por meio da alimentação. Muitas vezes, os alimentos contêm as moléculas das vitaminas na forma como serão utilizadas pelo organismo. Outras vezes, os alimentos contêm o que chamamos de **provitaminas**, isto é, moléculas que serão utilizadas pelo organismo para dar origem a uma vitamina.

O quadro 3.7 apresenta as vitaminas, a estrutura delas, exemplos de fontes importantes e funções no organismo.

Vitamina	Fórmula estrutural	Fontes	Funções no organismo
A retinol		Fígado de aves e animais, manteiga, clara de ovo, cenoura, batata-doce e espinafre.	Combate radicais livres; participa da formação dos ossos e da pele; importante para funções da retina.
D calciferol		Óleo de peixe, fígado, gema de ovo, salmão, sardinha, queijo e leite.	Promove a absorção e mobilização de cálcio e fosfatos e a estruturação dos ossos e dentes.
E tocoferol		Óleos vegetais, azeite de oliva, castanhas, batata e espinafre.	É antioxidante.
K		Espinafre, batatas, couve-flor, fígado de boi e verduras.	Atua na coagulação do sangue; previne a osteoporose.
B ₁ tiamina		Feijão, soja, cereais, carnes, verduras e levedo de cerveja.	Atua no metabolismo energético dos açúcares.



Fonte: Mortimer; et al (2020, p. 88)

Figura 8. Conteúdo de Sais minerais sintetizado apenas em quadros

O quadro 3.8 apresenta, de maneira mais geral, os sais minerais, suas funções e fontes:

Sal mineral	Funções	Fontes
cálcio	Atua na formação de tecidos, ossos e dentes; age na coagulação do sangue, na oxigenação dos tecidos e na contração muscular; combate as infecções e mantém o equilíbrio de ferro no organismo; atua na assimilação da vitamina C.	Queijo, leite, nozes, uva, cereais integrais, nabo, couve, chicória, feijão, lentilha, amendoim, castanha-de-caju, sardinha e salsa.
cobalto	Age junto com a vitamina B ₁₂ , estimulando o crescimento e combatendo as afecções cutâneas.	Está contido na vitamina B ₁₂ , em laticínios, carnes, no fígado e no tomate.
fósforo	Atua na formação de ossos e dentes; é indispensável para o sistema nervoso e o sistema muscular; junto com o cálcio e a vitamina D, combate o raquitismo.	Carnes, miúdos, aves, peixes, ovos, leguminosas, queijos, cereais integrais, castanhas, cacau, aveia, lentilhas e gérmen de trigo.
ferro	É indispensável na formação do sangue; atua no transporte do oxigênio para todo o organismo.	Fígado, gema de ovo, leguminosas, verduras, nozes, frutas secas, azeitona, feijão e salsa.
iodo	Faz funcionar a glândula tireoide; ativa o funcionamento cerebral; permite que os músculos armazenem oxigênio e evita que a gordura se deposite nos tecidos.	Agrião, alcachofra, alface, alho, cebola, cenoura, ervilha, aspargo, rabanete, tomate, peixes, frutos do mar e vegetais.
cloro	Constitui os sucos gástricos e pancreáticos e atua na pressão osmótica.	Sal de cozinha, carne, queijo e peixe defumado.
potássio	Atua associado ao sódio, regularizando as batidas do coração e o sistema muscular; contribui para a formação das células.	Azeitona verde, ameixa seca, ervilha, figo, lentilha, espinafre, banana, laranja, tomate, carnes, vinagre de maçã e arroz integral.
magnésio	Atua na formação de tecidos, ossos e dentes; ajuda a metabolizar os carboidratos; controla a excitabilidade neuromuscular e participa da atuação das vitaminas do complexo D.	Frutas cítricas, leguminosas, gema de ovo, salsinha, agrião, espinafre, cebola, tomate, mel, cacau, chocolate, castanhas, queijo e soja.
manganês	Importante para o crescimento e intervém no aproveitamento de cálcio, fósforo e vitamina B ₁ .	Cereais integrais, amendoim, nozes, feijão, arroz integral, banana, alface, beterraba, milho e frutas.
silício	Age na formação de vasos e artérias e é responsável pela sua elasticidade; atua na formação da pele, das membranas, das unhas e dos cabelos; combate as doenças da pele e o raquitismo.	Amora, aveia, escarola, alface, abóbora, azeitona e cebola.
flúor	Forma o esmalte dos dentes e participa da formação dos ossos; previne a dilatação das veias, cálculos da vesícula biliar e paralisia.	Água fluoretada.
cobre	Age na formação da hemoglobina (pigmento vermelho do sangue).	Fígado, centeio, lentilha, figo seco, banana, damasco, passas, ameixa, batata, espinafre e sardinha.
sódio	Impede o endurecimento do cálcio e do magnésio, o que pode formar cálculos biliares ou nefríticos; previne a coagulação sanguínea.	Todos os vegetais (principalmente salsa, cenoura, agrião e cebolinha verde), queijo, nozes, aveia e sal de cozinha.
enxofre	Facilita a digestão, é desinfetante e participa do metabolismo das proteínas.	Nozes, alho, cebola, batata, rabanete, repolho, couve-flor, agrião, laranja e abacaxi.
selênio	Atua na absorção da vitamina E, no metabolismo da gordura e é antioxidante.	Castanha-do-pará, carnes, frutos do mar, atum e bacalhau.
zinco	Atua no controle cerebral dos músculos e na assimilação da vitamina A; ajuda na respiração dos tecidos; participa do metabolismo das proteínas e dos carboidratos; tem atividade antimicrobiana e antiacne.	Carnes, fígado, peixe, ovo, leguminosas, nozes, levedo de cerveja, soja, castanhas e queijo.

Elaborado com base em: FRANCO, G. *Tabela de composição química dos alimentos*. São Paulo: Atheneu, 2004; BIESALSKI, H. K.; GRIMM, P. *Nutrição: texto e atlas*. Porto Alegre: Artmed, 2007.

Quadro 3.8 – Sais minerais, suas funções e fontes.

Fonte: Mortimer; et al (2020, p. 91)

O capítulo 4 propõe trabalhar sobre Termoquímica, ou seja, com um foco maior nos conhecimentos da Química. Contudo, a bioquímica, mais especificamente o assunto calorías, é utilizado, neste caso, como contexto, ao apresentar a combustão de alimentos e síntese de energia como introdução a temática, conforme demonstrado na figura 9. Esta abordagem vai consoante a proposta de Francisco Junior (2007) de utilizar a bioquímica como um tema estruturador para outros conteúdos, isso além de favorecer a interdisciplinaridade, contribui para a contextualização social, por aproximar conteúdos abstratos a aplicação no cotidiano.

Figura 9. Conteúdo de energia contextualizado a partir de calorias

4.5 Como o nosso corpo obtém a energia dos alimentos?

A investigação sobre a queima do amendoim nos permitiu estimar a energia fornecida por esse alimento. Entendemos também que a queima dele libera energia para o meio, constituindo uma reação exotérmica. Agora, passaremos a pensar sobre como esse tipo de processo acontece no interior do nosso corpo. Reflita sobre as seguintes questões:

- Quando comemos amendoim, ou outros alimentos, de que forma o nosso organismo obtém dele a energia que é necessária para viver?
- A energia de que precisamos para viver é retirada diretamente do amendoim? Ou existe algum tipo de processamento desse alimento que permite a obtenção de energia?
- Se o nosso corpo obtém energia do amendoim e de outros alimentos, essa energia fica estocada dentro do corpo? O que o organismo faz com ela? Como acontece esse processamento energético?



Figura 4.20 – Como nosso corpo retira e armazena a energia obtida do amendoim?

Essas perguntas referem-se a fenômenos de transformação e de transferência de matéria e energia dentro do corpo humano, fenômenos fundamentais para a manutenção da vida. Para compreender como isso acontece, observe o esquema, que indica o fluxo de matéria e energia dos animais (figura 4.21):

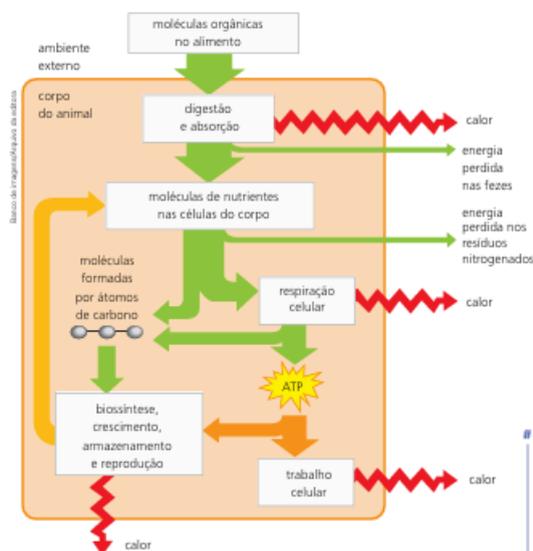


Figura 4.21 – Representação esquemática do fluxo de matéria e energia no corpo de um animal. Os elementos não estão representados em proporção. Cores fantasia.

Fonte: Mortimer; et al (2020, p. 108)

O capítulo 5, é o último no qual a bioquímica nutricional pode ser encontrada, e se propõe a unir os mecanismos de obtenção de nutrientes e síntese de energia, abordando fisiologia e respiração celular.

Em fisiologia, encontra-se a digestão de alimentos, apresentando a atuação de enzimas digestivas e de hormônios sob os macronutrientes, além da distribuição destes após absorção, demonstrando brevemente os processos metabólicos que envolvem cada um. Em seguida, abordam a respiração celular, apresentando as três etapas, glicólise, Ciclo de Krebs e a cadeia respiratória, importantes para a compreensão da síntese de energia a partir, principalmente, da glicose.

Contudo, neste capítulo, os processos metabólicos são somente descritos, sem presença de contextualização social, indo de acordo com Vargas (2011), que enfatiza como a bioquímica pode ser apresentada de forma conteudista nos livros didáticos. Por necessitar de abstração para a compreensão da bioquímica, não aproximar o conteúdo da realidade pode desencadear o desinteresse dos alunos (Paula; Verdes, 2024).

Por outro lado, ao analisar os recursos visuais, encontra-se a presença de representações esquemáticas para ilustrar os processos. Como exemplo, apresentam um esquema (Figura 10) da distribuição dos nutrientes e, também em esquema, sintetizam a respiração celular (Figura 11) demonstrando as etapas e onde ocorrem. Considerando a dificuldade de visualização de conteúdos abstrato interferir no processo de aprendizagem, este tipo de imagem possui um grande valor didático ilustrando as relações entre os elementos descritos (Coutinho, et al., 2010).

Figura 10. Presença de esquema no conteúdo sobre a distribuição de nutrientes

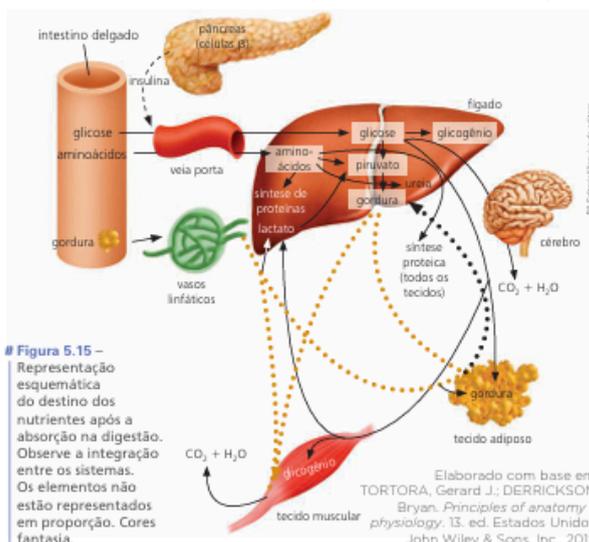
5.4 A distribuição de nutrientes pelo corpo

Por meio do processo de digestão, os nutrientes absorvidos no intestino delgado são distribuídos por vasos sanguíneos às células do corpo.

A **glicose**, unidade básica dos carboidratos, é transportada até o fígado pela veia porta. Como vimos, essa molécula é armazenada sob a forma de glicogênio e liberada pela ação de hormônios do pâncreas. Do fígado, a glicose é transportada a todas as células do organismo e é utilizada como reagente da respiração celular, o que culmina na produção de energia. Mais adiante, analisaremos como acontece essa reação.

Os **aminoácidos**, unidades básicas das proteínas, também são transportados para o fígado pela veia porta. Lá, parte dos aminoácidos é desaminada e forma NH_3 (amônia) e compostos de carbono. A amônia é processada e transformada em ureia, que será eliminada pela urina. Os compostos de carbono, por sua vez, são processados e utilizados para a geração de energia nas células. A parte restante de aminoácidos é transportada para as células do corpo e utilizada na síntese proteica e pelos músculos, onde compõem as fibras musculares.

Os **ácidos graxos**, obtidos da digestão dos lipídios, são enviados para o sistema linfático, em vez de ir para o sangue, e transportados até o fígado. Os adipócitos são os principais locais de reserva dos triglicerídeos e atuam como isolantes térmicos e armazenadores de energia (figura 5.15).



Fonte: Mortimer; et al. (2020, p. 118)

Figura 11. Sintetização das etapas da respiração celular

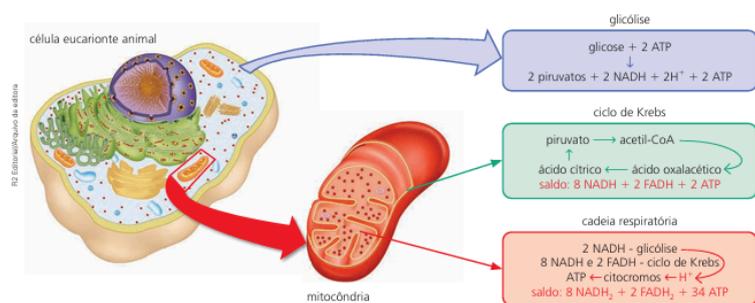


Figura 5.25 – Representação esquemática da mitocôndria, organela onde ocorre a respiração celular. Observe o local de ocorrência de cada etapa. Os elementos não estão representados em proporção. Cores fantasia.

Fonte: Mortimer; et al. (2020, p. 123)

Por fim, ao analisar as atividades propostas neste volume, nota-se que o livro dispõe múltiplos tipos de atividades. Oferecem exercícios discursivos, articulação de ideias com aplicações do conhecimento, atividades de projetos e investigação que visam integrar prática e teoria, e questões de exames. Dessa forma, é possível encontrar questões contextualizadas que articulam o conhecimento sobre o metabolismo com os hábitos alimentares, como demonstrado nas Figuras 12 e 13.

Figura 12. Atividade contextualizando o conteúdo com o cotidiano

ARTICULAÇÃO DE IDEIAS NÃO ESCREVA NO LIVRO

1. Como você explica a opção por alimentos com baixo índice glicêmico?
2. Como o metabolismo da glicose no corpo humano ajuda a explicar a ingestão de batata-doce como fonte de carboidratos?
3. Por que apenas um parâmetro nutricional – por exemplo, índice glicêmico, composição nutricional, carga calórica – não deve ser considerado isoladamente para avaliar se um alimento é ou não saudável?
4. Retome a sua resposta ao item 3 do Articulação de ideias anterior. A partir dos dados discutidos no texto, reformule a sua resposta.
5. Discuta possíveis problemas que podem ser gerados pelo uso indiscriminado de dietas como a do frango e batata-doce.

Fonte: Mortimer; et al., 2020, p. 84

Figura 13. Atividade contextualizando o conteúdo com o cotidiano

(EXERCÍCIOS) NÃO ESCREVA NO LIVRO

1. A ingestão de oleaginosas deve ser sempre controlada, de uma a três unidades ao dia, segundo orientação nutricional. Levando em consideração que as oleaginosas são constituídas por muitas vitaminas, sais minerais e ácidos graxos, por que as porções devem ser pequenas?
2. Justifique a recomendação nutricional relacionada ao consumo de lipídios a partir de alimentos como nozes e castanhas.

Fonte: Mortimer; et al. (2020, p. 79)

E, questões de exames que abordam a bioquímica nutricional, como exposto na Figura 14. Percebe-se, assim, que a aprendizagem deste conteúdo também é significativa para a realização de testes nacionais como o Exame Nacional do Ensino

Médio (ENEM). Entretanto, não foi possível encontrar propostas de atividades investigativas ou de projetos, que incentivam a pesquisa e o trabalho em grupo. Atividades importantes para compreender o impacto da ciência na sociedade (Caimi, 2015).

Figura 14. Questões de exames que abordam a bioquímica

CAPÍTULO 4

1. (Enem) Atualmente, uma série de dietas alimentares têm sido divulgadas com os mais diferentes propósitos: para emagrecer, para melhorar a produtividade no trabalho e até mesmo dietas que rejuvenescem o cérebro. No entanto, poucas têm embasamento científico, e o consenso dos nutricionistas é que deve ser priorizada uma dieta balanceada, constituída de frutas e vegetais, uma fonte de carboidrato, uma de ácido graxo insaturado e uma de proteína. O quadro apresenta cinco dietas com supostas fontes de nutrientes.

Supostas fontes de nutrientes de cinco dietas

Dieta	Carboidrato	Ácido graxo insaturado	Proteína
1	Azeite de oliva	Peixes	Carne de aves
2	Carne de aves	Mel	Nozes
3	Nozes	Peixes	Mel
4	Mel	Azeite de oliva	Carne de aves
5	Mel	Carne de boi	Azeite de oliva

A dieta que relaciona adequadamente as fontes de carboidrato, ácido graxo insaturado e proteína é a

a) 1 b) 2 c) 3 x d) 4 e) 5

5. (JEA-AM) A tabela lista três glicídios e seus componentes.

Glicídio	Componentes
maltose	glicose + glicose
sacarose	glicose + frutose
lactose	glicose + galactose

Sobre os glicídios da tabela, é correto afirmar que

a) a maltose é um monossacarídeo resultante da digestão do amido.
 x b) a sacarose é um dissacarídeo encontrado em abundância na cana-de-açúcar.
 c) a lactose é um polissacarídeo que não pode ser digerido pelo ser humano.
 d) a maltose, a sacarose e a lactose são classificados como polissacarídeos.
 e) os três glicídios são dissacarídeos encontrados nos vegetais.

Fonte: Mortimer; et al. (2020, p. 128)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos conteúdos de Bioquímica Nutricional nos livros didáticos do Novo Ensino Médio, aprovados pelo PNLD 2021, evidenciou avanços e lacunas significativas, tanto na abordagem geral das coleções quanto na coleção Matéria, Energia e Vida, que se destacou por sua proposta interdisciplinar.

A interdisciplinaridade, um dos pilares do Novo Ensino Médio e da BNCC, foi identificada, mas sua aplicação nos livros ainda ocorre de maneira desigual. Por mais que os volumes abordam todas as áreas de Ciências da Natureza, nota-se uma nítida segmentação dos conteúdos, com a bioquímica nutricional dispersa entre temas tradicionalmente associados a disciplina de Química ou Biologia. Com isso, sua implementação prática ainda exige adaptações por parte das escolas e professores.

Além disso, o novo formato, composto por seis volumes interdisciplinares, apresenta potencial para ampliar a integração entre as áreas das Ciências da Natureza, no entanto, essa estrutura também pode impor uma carga adicional aos professores. Se fazendo necessário, estudos para avaliar a eficácia desse modelo e seu impacto no processo de ensino-aprendizagem.

Observou-se, também, que, embora a bioquímica nutricional esteja presente nos materiais analisados, sua organização e contextualização variam significativamente entre as coleções. Os temas de metabolismo e nutrição permanecem dispersos em diferentes volumes, muitas vezes sem conexão clara entre os conceitos, dificultando a compreensão integral dos processos bioquímicos pelos alunos. Dessa forma, a fragmentação dos conteúdos de bioquímica persiste mesmo no modelo interdisciplinar do Novo Ensino Médio. Essa dispersão reflete ainda uma abordagem secundária da bioquímica, frequentemente diluída em diversos capítulos.

A bioquímica nutricional, quando associada a temas do cotidiano, como alimentação e saúde, parece se mostrar mais eficaz em despertar o interesse dos alunos. No entanto, com base nas coleções analisadas, essa abordagem nem sempre é aprofundada, limitando-se a exemplos pontuais sem explorar plenamente as relações entre teoria e prática.

Entretanto, dentre as coleções avaliadas, Matéria, Energia e Vida se destacou por integrar os conteúdos de bioquímica nutricional em um único volume, proporcionando uma visão mais integrada do tema. Além disso, a proposta interdisciplinar é vista

efetivamente, encontrando principalmente conteúdos de química e biologia, sendo trabalhados de forma conjunta em assuntos sobre o cotidiano.

A coleção desempenha um papel condizente aos seus objetivos e os objetivos da BNCC. Contemplando a Competência Específica 2 da BNCC, que enfatiza o desenvolvimento de interpretações sobre a vida e ao pensamento crítico. Além disso, se demonstra consoante a Lei n.º 11.947/2009, proporcionando a inserção da educação alimentar e nutricional no processo de ensino.

Um dos pontos fortes da obra foi seu alto nível de contextualização, relacionando conceitos bioquímicos a situações do dia a dia, como o consumo de álcool e a escolha de alimentos saudáveis, o que pode favorecer a aprendizagem significativa. Além disso, apresentou avanços relevantes ao associar biomoléculas a hábitos alimentares, como associar proteínas e carboidratos ao frango e batata-doce, promovendo uma reflexão sobre saúde e nutrição. No entanto, a exploração de alguns processos metabólicos importantes, como a respiração celular, permaneceu superficial e conteudista, com uma abstração excessiva no ensino da bioquímica que pode atrapalhar a aprendizagem.

Além disso, os recursos visuais foram um aspecto positivo também, especialmente na ilustração de processos metabólicos, facilitando a compreensão de conceitos complexos. No entanto, a ausência de explicações detalhadas e contextualizadas limitou seu potencial didático. Quanto às atividades propostas, embora apresentassem boas contextualizações e incluíssem questões discursivas e de exames como o ENEM, careciam de abordagens mais investigativas. A falta de projetos que incentivem a pesquisa e o trabalho em grupo foi uma lacuna identificada que destaca a importância dessas metodologias para o desenvolvimento de habilidades investigativas e colaborativas.

Os resultados desta pesquisa demonstram que, apesar de a BNCC e as reformas educacionais recentes tenham incentivado uma abordagem mais interdisciplinar e contextualizada da bioquímica nutricional, sua implementação nos livros didáticos ainda é desigual. Embora a coleção Matéria, Energia e Vida represente um avanço significativo nesse sentido, no geral, persistem desafios entre as coleções, como a fragmentação dos temas e a superficialidade na exploração de processos metabólicos.

Para superar essas lacunas, é essencial que os materiais didáticos aprofundem a contextualização, equilibrem o conhecimento científico com a acessibilidade e

incorporem atividades que promovam o protagonismo discente. Dessa forma, será possível transformar o conhecimento bioquímico em uma ferramenta efetiva para a tomada de decisões éticas e responsáveis, conforme previsto nas diretrizes da BNCC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Raíssa Silva Bacelar de; SILVA, Ayres Fran da Silva e; ZIERER, Maximiliano de Souza. Avaliação das dificuldades de aprendizado em Bioquímica dos discentes da Universidade Federal do Piauí. *Revista de Ensino de Bioquímica*, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 24–39, 2017.

ARTUSO, Alysson Ramos; SILVA, Kelly Vanessa Fernandes Dias da; SUERO, Roberta. Uma discussão do livro didático como tecnologia no campo da ciência, tecnologia e sociedade. *Revista Tecnologia e Sociedade*, [s. l.], v. 16, n. 42, p. 171–189, 2020.

BANDEIRA, Andreia; STANGE, Carlos Eduardo Bittencourt; SANTOS, Julio Murilo Trevas dos. Uma proposta de critérios para análise de livros didáticos de ciências naturais na educação básica. III Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia-SINETEC. Ponta Grossa–PR, 2012.

BERDANIER, Carolyn D. *Nutritional Biochemistry. Handbook of Nutrition and Food*, p. 139-176, 2007.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. [S. l.]: Ministério da Educação, 2018.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. Guia Alimentar para a População Brasileira: promovendo a alimentação saudável. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Lei. 11947. [S. l.], 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/11947.htm. Acesso em: 21 ago. 2024.

BRASIL. Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Altera as Leis nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho de 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 17 fev. 2017. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/113415.htm. Acesso em: 10 mar. 2025.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEF, 2002.

BRASIL. PNLD 2024. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Guia do Programa Nacional do Livro e do Material Didático – PNLD 2021. Brasília, DF: MEC, 2021. Disponível em: Guia Digital - PNLD.

BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 9.099, de 18 de julho de 2017. Dispõe sobre o Programa Nacional do Livro e do Material Didático – PNLD. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 19 jul. 2017. Disponível em: D9099.

CARDOSO, Márcia Regina Gonçalves; DE OLIVEIRA, Guilherme Saramago; GHELLI, Kelma Gomes Mendonça. Análise de conteúdo: uma metodologia de pesquisa qualitativa. *Cadernos da FUCAMP*, v. 20, n. 43, 2021.

CAIMI, Flávia Eloisa. As disciplinas escolares no contexto do PNLD: avanços, lacunas e desafios na avaliação do livro didático. *Revista de Educação Pública*, v. 24, n. 57, p. 525-543, 2015.

CHIZZOTTI, Antonio. *Pesquisa Qualitativa em Ciências Humanas e Sociais-Estudo de Caso*. [S. l.]: Editora Vozes, 2017.

CIPRIANI, Andreza; DA SILVA, Arleide Rosa. A utilização da bioquímica dos alimentos no contexto escolar: uma estratégia para o aprendizado de química orgânica no ensino médio. *Revista Prática Docente*, v. 7, n. 1, p. e021-e021, 2022.

COUTINHO, Francisco Ângelo; SOARES, Adriana Gonçalves; DE MOURA BRAGA, Selma Ambrosina. Análise do valor didático de imagens presentes em livros de Biologia para o ensino médio. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 10, n. 3, 2010.

DA SILVA, Carlos Eduardo Assis; SILVA, Melissa de Freitas Cordeiro. Análise do conteúdo de Biotecnologia em livros didáticos de Ciências da Natureza do Novo Ensino Médio. *Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente*, p. 1-13, 2023.

DA SILVA FERNANDES, Natalia; VASCONCELOS, Francisco Herbert Lima; DE CARVALHO, Windson Viana. Programa nacional do livro e do material didático (pnld): um estudo de seu funcionamento e apresentação das mudanças nos materiais à luz do novo ensino médio a partir de 2021. *Conexões-Ciência e Tecnologia*, v. 15, p. e021023-e021023, 2021.

DA SILVA, Samara Marques et al. Explorando o tema "Alimentação" para o ensino de bioquímica. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 4, n. 1, p. 148-179, 2018.

DE FREITAS, Felipe Augusto Marques; GOMES, Maria Juciana Pereira de Oliveira; FIGUEREDO, Kytéria Sabina Lopes de. A transformação do livro didático para o itinerário de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. *Humanidades & Inovação*, v. 10, n. 17, p. 200-213, 2023.

DE SANTANA, Lucinara Sousa; DE LUCENA, Emerson Antônio Rocha Melo. Nutrição e hábitos alimentares no ensino médio: conteúdos abordados nos livros didáticos de biologia para a inserção da educação alimentar e nutricional. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 4, 2021.

DE SOUZA, Ana Maria Alves et al. Interdisciplinaridade entre Biologia e Química: a Bioquímica ligando disciplinas. *Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica*, v. 4, n. 1, 2012.

DRIDI, Sami. *Nutritional biochemistry: From the classroom to the research bench*. Bentham Science Publishers, 2022.

DURÉ, Ravi Cajú; DE ANDRADE, Maria José Dias; ABÍLIO, Francisco José Pegado. Ensino de Biologia e Contextualização do Conteúdo: Quais Temas o Aluno de Ensino Médio Relaciona com o seu Cotidiano?. *Experiências em ensino de ciências*, v. 13, n. 1, p. 259-272, 2018.

FESTAS, Maria Isabel Ferraz. A aprendizagem contextualizada: análise dos seus fundamentos e práticas pedagógicas. *Educação e Pesquisa*, v. 41, p. 713-727, 2015.

FRANCISCO JUNIOR, Wilmo E. Bioquímica no ensino médio?!(De) Limitações a partir da análise de alguns livros didáticos de Química. *Ciência & Ensino*, v. 1, n. 2, 2007.

FRANCISCO, Welington; JUNIOR, W. E. F. A Bioquímica a Partir de Livros Didáticos: Um Estudo dos Livros de Química Aprovados Pelo PNLEM 2007. *Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)*.(1-12). Brasília, 2010.

FREITAS, Neli Klix; RODRIGUES, Melissa Haag. O livro didático ao longo do tempo: a forma do conteúdo. *DAPesquisa*, v. 3, n. 5, p. 300-307, 2008.

GRAMOWSKI, Vilmarise Bobato; DELIZOICOV, Nadir Castilho; MAESTRELLI, Sylvia Regina Pedrosa. O PNLD e os guias dos livros didáticos de ciências (1999-2014): uma análise possível. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, v. 19, p. e2571, 2017.

GUSMÃO, Adriana Zechlinski; SILVA, R. R. da; FONTES, Wagner. Nutrição para a promoção da saúde: um tema químico social auxiliando na compreensão do conceito de transformação química. VIII ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Campinas, São Paulo, 2011.

HENRIQUES, Lethícia Ribeiro Henriques et al. Bioquímica nas escolas: uma estratégia educacional para o estudo de Ciência no Ensino Médio. [s. l.], v. 05, n. *Revista ELO Diálogos em Extensão*, 2016.

KATO, Danilo Seithi; KAWASAKI, Clarice Sumi. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. *Ciência & educação*, v. 17, n. 01, p. 35-50, 2011.

LEAL, Cristianni Antunes. Uma breve análise do objeto 2 do PNLD 2021 no itinerário “Ciências da Natureza e Suas Tecnologias”: o que cabe ao Ensino de Biologia. XI Encontro Estadual de Didática e Práticas de Ensino. Goiânia, 2021.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Educação. Planos de Curso do Currículo Referência de Minas Gerais 2025 – Ensino Médio – Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Disponível em: curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br. Acesso em: 10 mar. 2025.

MITCHELL, H. H. Comparative nutrition of man and domestic animals. Nova York: Academic Press, 1978.

NELSON, David L.; COX, Michael M. Princípios de bioquímica de Lehninger. 6. ed. [S. l.]: Artmed, 2014.

NIEBISCH, Carolina Heyse; SOUZA, Leila Cristina Aoyama Barbosa. Bioquímica nos livros didáticos de Biologia: análise da presença de obstáculos epistemológicos. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v. 12, n. 24, p. 14-25, 2016.

PAULA, Igor Arthemis Pinho de; VERDES, Mirian de Carvalho. A importância do professor de Biologia no ensino médio. *Rebena - Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem*, [s. l.], v. 9, p. 223–230, 2024.

RIBEIRO, Lorena Joyce Souza. *Bioquímica e Nutrição: proposta de Sequência Didática Interativa, abordando macro e micronutrientes no contexto de dieta balanceada, saúde e qualidade de vida*. 2021.

SANTOS, Rui C. O valor energético dos alimentos: exemplo de uma determinação experimental, usando calorimetria de combustão. *Química nova*, v. 33, p. 220-224, 2010.

SOLNER, Tiago Barboza et al. O ensino de Bioquímica no Brasil: um olhar para a educação básica. *Revista Debates em Ensino de Química*, v. 5, n. 2, p. 126-137, 2019.

UMERES, Isabella Carolina; VENTURI, Tiago. Educação vacinal no ensino de ciências da natureza: um olhar para os livros didáticos dos projetos integradores do novo ensino médio. *Revista Teias*, v. 25, n. 76, p. 252-266, 2024.

VARGAS, L. *Dificuldades no ensino de Bioquímica e o papel das metodologias ativas*. 2011.