

Metabolismo, exercício e saúde: revisão integrativa sobre as interfaces entre química, biologia e educação física.

Metabolism, exercise, and health: an integrative review of the interfaces among chemistry, biology, and physical education.

Metabolismo, ejercicio y salud: revisión integradora sobre las interfaces entre química, biología y educación física.

Átila de Souza¹
Francenilce Lopes da Silva²
Sandra Barbosa de Sousa³
Roberto Fernandes Bezerra⁴
Ana Mara Oliveira da Silva⁵
Pollianna Almeida da Silva⁶
Francilene Muniz⁷

RESUMO

O metabolismo energético constitui um fenômeno biológico complexo que envolve transformações químicas, funcionamento celular, atividade muscular e respostas fisiológicas ao exercício. Embora esses conhecimentos apresentem estreita relação científica, no contexto educacional são frequentemente abordados de forma fragmentada entre diferentes componentes curriculares. Este artigo tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão integrativa da literatura, as relações entre metabolismo, exercício físico e saúde, discutindo possibilidades de articulação interdisciplinar entre Química, Biologia e Educação Física. Foram consideradas produções científicas relacionadas ao metabolismo energético,

¹ Doutor em Ciências da Educação, Universidad de la Integración de Las Américas (UNIDA), Asunción, Paraguay. E-mail: atilabio@hotmail.com

² Doutoranda em Ciências da Educação, Universidad de la Integración de Las Américas (UNIDA), Asunción, Paraguay. E-mail: francenilce.silva@prof.am.gov.br

³ Doutora em Biotecnologia, Universidade Federal do Amazonas (UFAM). E-mail: sanbsousa@gmail.com

⁴ Mestre em Ciências da Educação, Universidad Internacional Tres Fronteras (UnInter), San Lorenzo, Paraguay. E-mail: aforb.revista@gmail.com

⁵ Mestre em Biotecnologia, Universidade Federal do Amazonas (UFAM). E-mail: ana_chemist@hotmail.com

⁶ Especialista em Metodologia do Ensino de Ciências Biológicas, Centro Universitário Leonardo da Vinci. E-mail: g.ully@hotmail.com

⁷ Mestrada em Ciências da Educação, Universidade Internacional Três Fronteiras, Asunción, Paraguay. E-mail: francilene1969@hotmail.com

exercício físico, fisiologia do exercício, saúde metabólica, interdisciplinaridade e ensino de Ciências. A análise foi organizada em quatro eixos: fundamentos químicos e biológicos do metabolismo; respostas metabólicas ao exercício; relações entre exercício, metabolismo e saúde; e possibilidades de integração interdisciplinar no ensino. Os estudos analisados indicam que a produção e utilização de energia, o metabolismo de carboidratos e lipídios, as respostas do músculo esquelético e as adaptações decorrentes do exercício constituem fenômenos que podem ser interpretados por diferentes campos do conhecimento. Argumenta-se que a interdisciplinaridade, entretanto, não deve ser reduzida à simples reunião de conteúdos, exigindo articulação conceitual e planejamento pedagógico entre as áreas. Conclui-se que metabolismo, exercício e saúde apresentam potencial para constituir um eixo interdisciplinar capaz de aproximar conhecimentos químicos, biológicos e corporais das experiências cotidianas dos estudantes, contribuindo para a educação científica e para a promoção de uma compreensão crítica da saúde.

Palavras-chave: Metabolismo energético. Exercício físico. Saúde. Interdisciplinaridade. Ensino de Ciências.

ABSTRACT

Energy metabolism is a complex biological phenomenon involving chemical transformations, cellular functioning, muscular activity, and physiological responses to exercise. Although these forms of knowledge are closely related from a scientific perspective, they are often addressed separately across different school subjects. This article aims to analyze, through an integrative literature review, the relationships between metabolism, physical exercise and health, discussing possibilities for interdisciplinary articulation among Chemistry, Biology and Physical Education. Scientific publications related to energy metabolism, physical exercise, exercise physiology, metabolic health, interdisciplinarity, and science education were considered. The analysis was organized into four axes: chemical and biological foundations of metabolism; metabolic responses to exercise; relationships among exercise, metabolism and health; and possibilities for interdisciplinary integration in education. The studies indicate that energy production and utilization, carbohydrate and lipid metabolism, skeletal muscle responses, and exercise-induced adaptations are phenomena that can be interpreted through different fields of knowledge. However, interdisciplinarity should not be reduced to simply bringing together contents from different subjects, but should involve conceptual articulation and collaborative pedagogical planning. It is concluded that metabolism, exercise, and health have significant potential to constitute an interdisciplinary axis capable of connecting chemical, biological, and bodily knowledge with students' everyday experiences, contributing to scientific education and a critical understanding of health.

Keywords: Energy metabolism. Physical exercise. Health. Interdisciplinarity. Science education.

RESUMEN

El metabolismo energético constituye un fenómeno biológico complejo que involucra transformaciones químicas, funcionamiento celular, actividad muscular y respuestas fisiológicas al ejercicio. Aunque estos conocimientos presentan una estrecha relación científica, en el contexto educativo suelen abordarse de manera fragmentada entre diferentes componentes curriculares. Este artículo tiene como objetivo analizar, mediante una revisión integradora de la literatura, las relaciones entre metabolismo, ejercicio físico y salud, discutiendo posibilidades de articulación interdisciplinaria entre Química, Biología y Educación Física. Se consideraron producciones científicas relacionadas con metabolismo energético, ejercicio físico, fisiología del ejercicio, salud metabólica, interdisciplinariedad y enseñanza de las Ciencias. El análisis se organizó en cuatro ejes: fundamentos químicos y biológicos del metabolismo; respuestas metabólicas al ejercicio; relaciones entre ejercicio, metabolismo y salud; y posibilidades de integración interdisciplinaria en la enseñanza. Los estudios analizados indican que la producción y utilización de energía, el metabolismo de carbohidratos y lípidos, las respuestas del músculo esquelético y las adaptaciones derivadas del ejercicio constituyen fenómenos que pueden ser interpretados desde diferentes campos del conocimiento. Sin embargo, la interdisciplinariedad no debe reducirse a la simple reunión

de contenidos, sino que requiere articulación conceptual y planificación pedagógica entre las áreas. Se concluye que metabolismo, ejercicio y salud presentan potencial para constituir un eje interdisciplinario capaz de aproximar conocimientos químicos, biológicos y corporales a las experiencias cotidianas de los estudiantes, contribuyendo a la educación científica y a una comprensión crítica de la salud.

Palabras clave: Metabolismo energético. Ejercicio físico. Salud. Interdisciplinariedad. Enseñanza de las Ciencias.

INTRODUÇÃO

A relação entre metabolismo, exercício físico e saúde envolve fenômenos que se manifestam simultaneamente em diferentes níveis de organização do organismo. A realização de uma atividade física exige energia para a contração muscular, modifica a demanda metabólica e provoca respostas integradas nos sistemas cardiovascular, respiratório e muscular. Para compreender esse processo, são mobilizados conhecimentos relacionados às transformações químicas das moléculas, ao metabolismo celular, à fisiologia humana e às características do exercício.

O metabolismo energético constitui, portanto, um objeto de conhecimento que ultrapassa os limites de uma única área. Nelson e Cox (2021) definem o metabolismo como uma rede integrada de reações que permite aos organismos transformar matéria e energia, envolvendo processos de degradação e síntese de moléculas. Na perspectiva da Biologia, esses processos estão relacionados ao funcionamento celular e à manutenção da homeostase; na Química, envolvem transformações moleculares, transferência de elétrons e energia; enquanto, na Educação Física, relacionam-se à demanda energética produzida pelo exercício, ao desempenho e às adaptações decorrentes do treinamento.

Durante a atividade física, o músculo esquelético necessita manter continuamente a disponibilidade de adenosina trifosfato (ATP), molécula fundamental para o trabalho celular e a contração muscular. Como as reservas intramusculares de ATP são reduzidas, diferentes vias metabólicas são ativadas para garantir sua ressíntese. Hargreaves e Spriet (2020) ressaltam que a contribuição das vias fosfogênica, glicolítica e oxidativa varia

conforme a intensidade e a duração do exercício, mas essas vias atuam de forma integrada.

Essa dinâmica torna o exercício físico um fenômeno privilegiado para estabelecer relações entre diferentes campos científicos. Uma corrida, por exemplo, pode ser analisada quimicamente a partir das transformações energéticas e das moléculas envolvidas; biologicamente, a partir da respiração celular, do metabolismo muscular e da homeostase; e, no âmbito da Educação Física, considerando intensidade, duração, sistemas energéticos, treinamento e respostas fisiológicas.

A relação entre exercício e saúde amplia essa possibilidade. O exercício regular está associado a adaptações metabólicas e fisiológicas que podem contribuir para a saúde cardiovascular e metabólica. McGee e Hargreaves (2020) destacam que o exercício produz respostas moleculares capazes de promover adaptações em diferentes tecidos, incluindo aumento da capacidade oxidativa do músculo esquelético.

Apesar dessa integração no próprio fenômeno, o conhecimento escolar tende a ser organizado de maneira disciplinar. Conceitos como ATP, glicose, respiração celular, metabolismo energético, frequência cardíaca e sistemas energéticos podem aparecer separadamente nas aulas de Química, Biologia e Educação Física, mesmo quando se referem a aspectos de um mesmo processo.

Essa fragmentação representa um desafio para a construção de uma compreensão integrada do corpo humano. A interdisciplinaridade pode contribuir para enfrentar esse problema, desde que não seja entendida como mera reunião de conteúdos. Fazenda (2011) destaca que a interdisciplinaridade envolve diálogo e integração entre diferentes campos do conhecimento. Na mesma direção, Mozena e Ostermann (2014) chamam atenção para os desafios conceituais e metodológicos envolvidos na implementação de práticas interdisciplinares no ensino de Ciências.

A literatura educacional brasileira também apresenta experiências de aproximação entre Biologia e Educação Física a partir do metabolismo energético. Pereira (2009), ao investigar essa interface, discutiu justamente a integração entre essas áreas no tratamento de temas relacionados ao metabolismo, saúde e atividade física.

Diante desse cenário, este estudo parte do seguinte problema de pesquisa: como a literatura científica tem abordado as relações entre metabolismo, exercício físico e saúde e quais possibilidades são apresentadas para a articulação interdisciplinar entre Química, Biologia e Educação Física no contexto educacional? Afim de analisar, por meio de uma revisão integrativa da literatura, as contribuições dos conhecimentos produzidos nos campos da Química, da Biologia e da Educação Física para a compreensão interdisciplinar das relações entre metabolismo, exercício físico e saúde, considerando suas potencialidades para a construção de práticas educativas contextualizadas e integradoras no âmbito da Educação Básica.

METODOLOGIA

O estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, de abordagem qualitativa e caráter analítico. A escolha desse método decorre da natureza interdisciplinar do problema, uma vez que a investigação envolve produções provenientes das áreas de Bioquímica, Biologia, Fisiologia, Ciências da Saúde, Educação Física e Educação em Ciências.

A revisão foi orientada pela seguinte questão norteadora: *quais relações entre metabolismo, exercício físico e saúde são evidenciadas pela literatura e como essas relações podem subsidiar uma abordagem interdisciplinar entre Química, Biologia e Educação Física?*

Para o levantamento bibliográfico, foram considerados descritores relacionados aos seguintes eixos: metabolismo energético, exercício físico, fisiologia do exercício, saúde metabólica, interdisciplinaridade, ensino de Ciências, ensino de Biologia, ensino de Química e Educação Física escolar. A busca considerou prioritariamente bases e mecanismos de indexação

científica de ampla utilização, incluindo PubMed, SciELO, Scopus, Web of Science e Google Scholar como mecanismo complementar de rastreamento. Foram priorizados estudos publicados entre 2015 e 2026, sem excluir trabalhos clássicos considerados fundamentais para a compreensão dos conceitos de metabolismo, exercício e interdisciplinaridade.

Foram estabelecidos como critérios de inclusão: artigos científicos, revisões de literatura, estudos educacionais e documentos institucionais relacionados diretamente ao objeto; trabalhos publicados em português, inglês ou espanhol; e estudos que apresentassem contribuições relacionadas a pelo menos uma das dimensões investigadas.

A seleção e a apresentação das etapas da revisão foram orientadas pelas recomendações do PRISMA 2020, que estabelece diretrizes para a transparência na identificação, seleção, avaliação e síntese de estudos em revisões da literatura (PAGE et al., 2021). A adoção do PRISMA não implica transformar a presente investigação em meta-análise, mas contribui para explicitar o processo metodológico e reduzir a possibilidade de seleção arbitrária das fontes.

Após a leitura dos trabalhos selecionados, a análise temática foi organizada em quatro categorias: a) fundamentos químicos e biológicos do metabolismo energético; b) exercício físico e respostas metabólicas; c) metabolismo, exercício e saúde; e d) interdisciplinaridade e possibilidades educacionais.

A síntese dos estudos buscou identificar convergências entre as áreas, considerando tanto os conhecimentos científicos produzidos quanto suas possibilidades de utilização no ensino. Dessa maneira, a revisão não se restringiu à descrição dos mecanismos metabólicos, procurando interpretar de que modo esses conhecimentos podem contribuir para uma abordagem integrada.

Segundo Whittemore e Knafl (2005), a revisão integrativa é um método que permite a síntese de conhecimentos provenientes de diferentes

abordagens metodológicas, incluindo estudos teóricos, empíricos e experimentais, com o objetivo de gerar uma compreensão mais abrangente de um fenômeno específico. As autoras destacam que esse tipo de revisão se diferencia de outras modalidades, como a revisão sistemática, por sua maior flexibilidade na inclusão de fontes e por seu potencial para contribuir tanto para a prática clínica quanto para a formulação de políticas e o desenvolvimento teórico. A escolha da revisão integrativa para este estudo justifica-se, portanto, pela natureza interdisciplinar do problema investigado, que demanda a articulação de conhecimentos oriundos de campos como Bioquímica, Biologia, Fisiologia, Educação Física e Educação em Ciências.

FUNDAMENTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO METABOLISMO ENERGÉTICO

O metabolismo energético envolve um conjunto articulado de reações químicas responsáveis pela transformação e utilização de nutrientes e pela disponibilização de energia para os processos celulares. Nelson e Cox (2021) destacam que as vias metabólicas constituem redes organizadas de reações nas quais moléculas são degradadas ou sintetizadas de acordo com as necessidades do organismo.

Entre os principais elementos envolvidos encontra-se o ATP, molécula responsável por transferir energia para diferentes processos celulares. Berg et al. (2019) explicam que a hidrólise do ATP pode fornecer energia para processos como síntese de moléculas, transporte ativo e trabalho mecânico. No músculo esquelético, essa função está diretamente relacionada à contração.

Os carboidratos e lipídios constituem importantes substratos energéticos. A glicose pode ser metabolizada por diferentes vias, enquanto os ácidos graxos podem ser utilizados por processos oxidativos. A contribuição relativa desses substratos varia conforme o estado fisiológico e as características da atividade física (NELSON; COX, 2021).

Nos organismos eucarióticos, as mitocôndrias possuem papel central no metabolismo oxidativo. Alberts et al. (2022) descrevem a integração entre diferentes processos metabólicos e a utilização de moléculas reduzidas na produção de ATP.

Do ponto de vista interdisciplinar, esses processos permitem estabelecer uma ponte entre conceitos químicos e biológicos. A Química explica as transformações moleculares e energéticas, enquanto a Biologia possibilita compreender a organização celular e fisiológica na qual essas transformações ocorrem.

Quando associados ao exercício, esses conhecimentos deixam de representar apenas conceitos abstratos. O movimento corporal exige energia, e essa energia precisa ser continuamente disponibilizada ao músculo. Dessa maneira, o exercício oferece uma situação concreta para a compreensão das relações entre moléculas, células, tecidos e organismo.

EXERCÍCIO FÍSICO E RESPOSTAS METABÓLICAS

O exercício físico provoca aumento da demanda energética e desencadeia respostas coordenadas para manter a produção de ATP. Hargreaves e Spriet (2020) destacam que as reservas de ATP no músculo são pequenas e precisam ser continuamente repostas durante o exercício. Para isso, diferentes vias metabólicas são mobilizadas de forma integrada.

Os sistemas energéticos são tradicionalmente apresentados como fosfagênico, glicolítico e oxidativo. Essa classificação possui utilidade didática, mas não significa que os sistemas funcionem isoladamente. Gustin (2001) demonstra que diferentes mecanismos contribuem simultaneamente para a produção de energia, variando sua predominância conforme as características do esforço.

Em atividades de alta intensidade e curta duração, a utilização de ATP e fosfocreatina contribui para a rápida disponibilização de energia. Com o prolongamento do esforço, aumenta a importância das vias glicolíticas e

oxidativas. Em exercícios prolongados, o metabolismo oxidativo apresenta papel relevante na utilização de carboidratos e lipídios.

Essa dinâmica permite uma aproximação direta com a Educação Física. A intensidade e a duração do exercício constituem variáveis que podem ser relacionadas aos sistemas energéticos e às respostas fisiológicas. Na Biologia, essas respostas podem ser interpretadas considerando o funcionamento muscular, cardiovascular e respiratório. A Química, por sua vez, contribui para explicar as transformações moleculares responsáveis pela transferência de energia.

O treinamento físico também modifica o funcionamento metabólico. McGee e Hargreaves (2020) apontam que exercícios repetidos desencadeiam respostas moleculares que favorecem adaptações, incluindo alterações na capacidade oxidativa do músculo.

Portanto, o exercício constitui mais do que uma prática corporal: representa um estímulo capaz de produzir respostas em níveis molecular, celular, fisiológico e funcional. Essa característica reforça seu potencial como fenômeno articulador no ensino.

METABOLISMO, EXERCÍCIO E SAÚDE

A relação entre exercício físico e saúde representa uma das principais possibilidades de aproximação entre os conhecimentos científicos analisados. A atividade física regular está associada a diversos benefícios para a saúde, enquanto a inatividade física constitui importante fator relacionado ao desenvolvimento de doenças crônicas (WHO, 2020).

Do ponto de vista metabólico, o exercício provoca alterações na utilização de substratos e na regulação da glicose. Richter e Hargreaves (2013) destacam o papel do músculo esquelético na captação de glicose durante e após o exercício, evidenciando mecanismos pelos quais a atividade física influencia o metabolismo.

A prática regular também produz adaptações que podem aumentar a capacidade oxidativa e modificar o metabolismo em diferentes tecidos. Hawley et al. (2014) compreendem o exercício como importante modulador metabólico, capaz de produzir respostas agudas e adaptações crônicas.

McGee e Hargreaves (2020) acrescentam que as adaptações ao exercício envolvem mecanismos moleculares e alterações na expressão gênica, contribuindo para mudanças funcionais no músculo e em outros tecidos.

Essas relações são particularmente relevantes para a Educação Física escolar porque permitem superar uma visão restrita da saúde como consequência imediata da prática esportiva. A compreensão científica do exercício envolve metabolismo, fisiologia, alimentação, recuperação e condições individuais.

No ensino, isso permite discutir criticamente informações relacionadas a emagrecimento, alimentação, suplementos, desempenho e atividade física. Questões presentes no cotidiano dos estudantes podem ser transformadas em problemas científicos, favorecendo o desenvolvimento da capacidade de avaliar informações e construir argumentos fundamentados.

A abordagem interdisciplinar também evita reduzir a saúde a um único fator. Embora o exercício seja relevante, a saúde envolve múltiplas dimensões e determinantes. Dessa forma, a educação em saúde precisa considerar aspectos biológicos, comportamentais, sociais e ambientais.

DIÁLOGO ENTRE QUÍMICA, BIOLOGIA E EDUCAÇÃO FÍSICA

O potencial interdisciplinar do metabolismo decorre da possibilidade de analisar um mesmo fenômeno a partir de diferentes níveis de conhecimento. Uma atividade física, por exemplo, envolve simultaneamente transformações químicas, processos metabólicos, respostas fisiológicas e manifestações corporais.

A Química contribui para a compreensão das moléculas e transformações energéticas; a Biologia explica as vias metabólicas, células e sistemas fisiológicos; e a Educação Física relaciona essas dimensões às características do exercício e às respostas corporais.

Tabela 1 – Articulação interdisciplinar dos conhecimentos sobre metabolismo, exercício físico e saúde entre Química, Biologia e Educação Física

Fenômeno	Química	Biologia	Educação Física
Energia	Transformações e transferência de energia	Metabolismo celular	Sistemas energéticos
Glicose	Estrutura e reações	Glicólise e metabolismo	Exercícios de maior intensidade
Lipídios	Ácidos graxos e oxidação	Metabolismo energético	Exercício prolongado
ATP	Estrutura e hidrólise	Energia celular	Contração muscular
Respiração	Reações de oxidação	Respiração celular	Resistência cardiorrespiratória
Fadiga	Alterações metabólicas	Respostas fisiológicas	Desempenho e recuperação

Tabela desenvolvida pelos autores, 2026.

A interdisciplinaridade, entretanto, não ocorre simplesmente porque diferentes professores abordam o mesmo tema. Fazenda (2011) argumenta que ela pressupõe diálogo entre os campos do conhecimento. Mozena e Ostermann (2014) também destacam que a integração interdisciplinar no ensino de Ciências envolve dificuldades conceituais e metodológicas.

Nesse sentido, um projeto interdisciplinar precisa ser organizado em torno de um problema comum. A questão “como o organismo produz energia durante diferentes tipos de exercício?”, por exemplo, pode mobilizar simultaneamente conceitos de Química, Biologia e Educação Física.

Pereira (2009) constitui uma referência importante nesse debate por ter investigado especificamente a interface entre Biologia e Educação Física no ensino do metabolismo energético. Sua pesquisa demonstra que o tema possui potencial para promover articulação entre essas áreas. O desafio consiste, portanto, em transformar essa possibilidade teórica em planejamento pedagógico efetivo.

POSSIBILIDADES PEDAGÓGICAS NO CONTEXTO EDUCACIONAL

A Teoria da Aprendizagem Significativa, desenvolvida por David Ausubel (2000), oferece um importante referencial para compreender como os estudantes constroem novos conhecimentos a partir daqueles que já possuem. Segundo o autor, a aprendizagem significativa ocorre quando novas informações são assimiladas e ancoradas em conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz, estabelecendo-se relações substantivas e não arbitrárias entre o novo material e o conhecimento prévio. Ausubel (2000) enfatiza que o fator isolado mais importante para influenciar a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe, sugerindo que o ensino deve partir dos conhecimentos prévios dos estudantes para, a partir deles, introduzir novos conceitos de forma organizada e hierárquica.

No contexto deste estudo, a Teoria da Aprendizagem Significativa fundamenta a proposta de que o metabolismo energético, o exercício físico e a saúde podem ser ensinados de maneira integrada, partindo das experiências corporais e dos conhecimentos cotidianos dos alunos sobre atividade física e alimentação para, progressivamente, introduzir conceitos científicos mais complexos, como as vias metabólicas e as transformações químicas envolvidas na produção de ATP.

A abordagem de metabolismo, exercício e saúde pode ser desenvolvida por meio de situações-problema e atividades investigativas. Um exemplo seria o desenvolvimento de um projeto denominado “Energia, movimento e saúde”, organizado a partir da pergunta: “De onde vem a energia necessária para realizar diferentes atividades físicas?”

A Química poderia abordar moléculas energéticas e transformações químicas; a Biologia trabalharia metabolismo celular, respiração e funcionamento muscular; e a Educação Física analisaria intensidade, duração, frequência cardíaca e sistemas energéticos.

Outra possibilidade consiste na realização de atividades de investigação envolvendo frequência cardíaca antes e após exercícios de diferentes intensidades. Os dados obtidos poderiam ser organizados em tabelas e gráficos, permitindo relacionar respostas fisiológicas e características do exercício.

A análise crítica de informações divulgadas nas redes sociais constitui outra estratégia relevante. Afirmações sobre dietas, suplementos, emagrecimento ou exercícios podem ser investigadas a partir de evidências científicas. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018) estabelece que o ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias deve promover a compreensão dos fenômenos naturais e a integração de conhecimentos de diferentes áreas, de modo a desenvolver competências que permitam aos estudantes compreender, explicar e intervir no mundo em que vivem. Especificamente no que se refere ao corpo humano, à saúde e ao movimento, a BNCC (2018) propõe que os estudantes investiguem as funções vitais dos organismos, as relações entre alimentação, metabolismo e energia, e a importância da atividade física para a manutenção da saúde, articulando conhecimentos da Biologia, da Química e da Educação Física.

A abordagem interdisciplinar proposta neste estudo está em plena consonância com as orientações da BNCC (2018), que valoriza a contextualização dos conteúdos e a utilização de situações-problema como estratégia para promover o engajamento dos estudantes e o desenvolvimento de competências como o pensamento crítico, a capacidade de argumentação e a tomada de decisões baseadas em evidências científicas.

O objetivo não seria transformar estudantes em especialistas em metabolismo, mas desenvolver sua capacidade de relacionar conhecimentos e avaliar informações sobre saúde.

A proposta interdisciplinar pode ser organizada em três etapas:

Problematização: apresentação de uma situação cotidiana relacionada a exercício e saúde.

Investigação: mobilização de conhecimentos químicos, biológicos e corporais.

Síntese: produção de uma explicação integrada ou material educativo.

Essa organização evita que a interdisciplinaridade seja reduzida a uma sequência de aulas independentes.

DISCUSSÃO

A análise da literatura evidencia uma convergência significativa entre os conhecimentos relacionados ao metabolismo, exercício físico e saúde. Entretanto, essa convergência científica não significa que sua abordagem educacional ocorra necessariamente de maneira integrada.

No campo bioquímico e fisiológico, o exercício é compreendido como estímulo capaz de modificar a utilização de energia e produzir adaptações em diferentes tecidos. Hargreaves e Spriet (2020) demonstram a participação integrada das vias metabólicas na manutenção da produção de ATP durante o exercício, enquanto McGee e Hargreaves (2020) destacam mecanismos moleculares associados às adaptações decorrentes da prática regular.

Na Educação Física, esses conhecimentos podem ser relacionados às características do exercício, ao desempenho e às respostas fisiológicas. Na Biologia, podem ser associados ao metabolismo celular e à homeostase. Na Química, permitem discutir transformações de matéria e energia.

A principal contribuição interdisciplinar está justamente nessa possibilidade de conectar níveis diferentes de explicação. O metabolismo não precisa ser apresentado apenas como uma sequência de reações; pode ser

estudado como processo relacionado à alimentação, ao movimento e à saúde.

Contudo, é necessário reconhecer limites. A interdisciplinaridade exige planejamento coletivo, disponibilidade de tempo e compreensão dos objetivos específicos de cada área. Além disso, existe o risco de transformar conceitos científicos complexos em explicações excessivamente simplificadas.

Outro desafio está na formação docente. Professores são normalmente formados em campos específicos e nem sempre possuem condições institucionais para desenvolver planejamento interdisciplinar. Assim, a interdisciplinaridade depende não apenas da disposição individual do professor, mas também das condições oferecidas pela escola.

Nesse sentido, a proposta não deve eliminar a disciplinaridade. Cada área precisa preservar sua especificidade e, simultaneamente, estabelecer relações com as demais. A interdisciplinaridade ocorre quando essas contribuições são integradas para explicar um problema comum.

A literatura educacional disponível também sugere que a interface entre Biologia e Educação Física possui potencial concreto, especialmente no ensino do metabolismo energético. Pereira (2009) já identificava essa possibilidade, evidenciando que o tema saúde e atividade física podem constituir espaço de diálogo entre essas áreas.

A contribuição deste artigo está, portanto, em ampliar esse diálogo, incorporando explicitamente a Química como campo fundamental para compreender as transformações moleculares e energéticas envolvidas.

A integração entre as três áreas pode ser representada pela seguinte sequência:

transformações químicas → metabolismo celular → respostas fisiológicas → exercício físico → saúde.

Esse encadeamento não representa uma sequência linear de conteúdos, mas uma possibilidade de organização interdisciplinar do conhecimento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão realizada evidencia que metabolismo, exercício físico e saúde constituem um eixo de elevado potencial interdisciplinar para a articulação entre Química, Biologia e Educação Física. A produção e utilização de energia, as respostas do músculo esquelético, o metabolismo de carboidratos e lipídios e as adaptações decorrentes do exercício envolvem processos que podem ser compreendidos de maneira complementar pelas três áreas.

A Química contribui para explicar as transformações moleculares e energéticas; a Biologia possibilita compreender os processos metabólicos, celulares e fisiológicos; e a Educação Física relaciona esses conhecimentos às práticas corporais, ao exercício, ao treinamento e à saúde.

No contexto educacional, a principal possibilidade consiste em utilizar fenômenos concretos, como corrida, esforço muscular, fadiga e recuperação, como situações-problema capazes de mobilizar conhecimentos de diferentes componentes curriculares.

Entretanto, a interdisciplinaridade não deve ser entendida como simples justaposição de conteúdos. Sua efetivação depende de planejamento, diálogo entre professores, definição de problemas comuns e preservação das especificidades de cada área.

A principal limitação deste estudo está relacionada ao caráter bibliográfico da investigação e à diversidade metodológica das produções analisadas. Estudos futuros podem avançar na elaboração e avaliação de sequências didáticas interdisciplinares que integrem efetivamente Química, Biologia e Educação Física.

Conclui-se que o metabolismo energético pode funcionar como um eixo articulador entre ciência, corpo e saúde, favorecendo uma abordagem educacional capaz de superar parcialmente a fragmentação dos conhecimentos e aproximar conceitos científicos das experiências vivenciadas pelos estudantes.

Como perspectivas futuras, recomenda-se o desenvolvimento de pesquisas empíricas que avaliem a aplicação de propostas interdisciplinares envolvendo Química, Biologia e Educação Física em diferentes níveis da Educação Básica, especialmente por meio de sequências didáticas, projetos investigativos e situações-problema relacionadas ao metabolismo, exercício físico e saúde. Também se mostra relevante investigar como professores dessas áreas compreendem a interdisciplinaridade, quais dificuldades encontram para o planejamento integrado e quais estratégias podem favorecer o trabalho colaborativo.

Estudos futuros podem ainda avaliar a aprendizagem dos estudantes antes e após intervenções interdisciplinares, considerando não apenas a apropriação de conceitos científicos, mas também a capacidade de relacioná-los às práticas corporais, à alimentação, à atividade física e à promoção da saúde. Dessa forma, novas investigações poderão contribuir para transformar o potencial interdisciplinar identificado na literatura em práticas pedagógicas sistematizadas, contextualizadas e fundamentadas cientificamente.

REFERÊNCIAS

ALBERTS, Bruce et al. Molecular biology of the cell. 7. ed. New York: W. W. Norton & Company, 2022.

AUSUBEL, David Paul. The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000.

BERG, Jeremy M.; TYMOCZKO, John L.; GATTO, Gregory J.; STRYER, Lubert. Biochemistry. 9. ed. New York: W. H. Freeman, 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: educação é a base. Brasília, DF: MEC, 2018.

EGAN, Brendan; ZIERATH, Juleen R. Exercise metabolism and the molecular regulation of skeletal muscle adaptation. *Cell Metabolism*, v. 17, n. 2, p. 162-184, 2013.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. Integração e interdisciplinaridade no ensino brasileiro: efetividade ou ideologia. 6. ed. São Paulo: Loyola, 2011.

GASTIN, Paul B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine*, v. 31, n. 10, p. 725-741, 2001.

HARGREAVES, Mark; SPRIET, Lawrence L. Skeletal muscle energy metabolism during exercise. *Nature Metabolism*, v. 2, p. 817-828, 2020. DOI: 10.1038/s42255-020-0251-4.

HAWLEY, John A.; HARGREAVES, Mark; JOYNER, Michael J.; ZIERATH, Juleen R. Integrative biology of exercise. *Cell*, v. 159, n. 4, p. 738-749, 2014.

MCGEE, Sean L.; HARGREAVES, Mark. Exercise adaptations: molecular mechanisms and potential targets for therapeutic benefit. *Nature Reviews Endocrinology*, v. 16, p. 495-505, 2020.

MOZENA, Erika Regina; OSTERMANN, Fernanda. Uma revisão bibliográfica sobre a interdisciplinaridade no ensino das ciências da natureza: a literature review on interdisciplinarity in science education. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte*, v. 16, n. 2, p. 185-206, 2014.

NELSON, David L.; COX, Michael M. *Lehninger principles of biochemistry*. 8. ed. New York: W. H. Freeman, 2021.

PAGE, Matthew J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, v. 372, n71, 2021. DOI: 10.1136/bmj.n71.

PEREIRA, Carlos Luís. A interface da Biologia com a Educação Física no processo do metabolismo energético. 2009. Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

RICHTER, Erik A.; HARGREAVES, Mark. Exercise, GLUT4, and skeletal muscle glucose uptake. *Physiological Reviews*, v. 93, n. 3, p. 993-1017, 2013.

WHITTEMORE, Robin; KNAFL, Kathleen. The integrative review: updated methodology. *Journal of Advanced Nursing*, v. 52, n. 5, p. 546-553, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour. Geneva: World Health Organization, 2020.