



CIÊNCIA DO EXERCÍCIO EM LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO

EXERCISE SCIENCE IN HIGH SCHOOL BIOLOGY TEXTBOOKS

CIENCIA DEL EJERCICIO EN LOS LIBROS DIDÁCTICOS DE BIOLOGÍA DE LA ENSEÑANZA MEDIA

Ricardo Borges Viana^{1,2}
 (Profissional de Educação Física)
 Susigreicy Pires de Morais³
 (Biólogo)

Rodrigo Luiz Vancini⁴
 (Profissional de Educação Física)
 Marília Santos Andrade⁵
 (Fisioterapeuta)

Gustavo De Conti Teixeira Costa⁶
 (Profissional de Educação Física)
 Beat Knechtel⁷
 (Médico)

Pantelis T. Nikolaidis⁸
 (Profissional de Educação Física)
 Claudio Andre Barbosa de Lira⁹
 (Biomédico)

1. Universidade Estadual de Goiás, Escola Superior de Educação Física e Fisioterapia do Estado de Goiás, Goiânia, Brasil.
2. Faculdade Estácio de Sá de Goiás – Unidade Estação, Goiânia, Brasil.
3. Universidade Federal de Goiás, Instituto de Ciências Biológicas, Goiânia, Brasil.
4. Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Educação Física e Desportos, Vitória, Brasil.
5. Universidade Federal de São Paulo, Departamento de Fisiologia, São Paulo, Brasil.
6. Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Educação Física e Dança, Núcleo de Estudos e Pesquisa Avançada em Esportes, Goiânia, Brasil.
7. Universidade de Zurique, Instituto de Atenção Primária, Suíça, e Medbase St. Gallen Am Vadianplatz, St. Gallen, Suíça.
8. Universidade de Attica Ocidental, Escola de Saúde e Ciências Atenciosas, e Academia helênica da Força Aérea, Laboratório de Testes de Exercícios, Atenas, Grécia.
9. Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Educação Física e Dança, Setor de Fisiologia Humana e do Exercício, Goiânia, Brasil.

Correspondência:

Claudio Andre Barbosa de Lira
 Universidade Federal de Goiás –
 Faculdade de Educação Física e
 Dança. Av. Esperança s/n, Campus
 Samambaia, Goiânia, GO, Brasil.
 74690-900.
 andre.claudio@gmail.com



RESUMO

O conteúdo dos livros didáticos de ensino médio relacionados à atividade física e ao exercício é de suma importância, uma vez que a atividade física regular e o exercício são considerados como uma importante ferramenta na manutenção e melhoria da saúde. Nosso objetivo foi analisar a presença e a qualidade de conteúdo científico do exercício em livros didáticos de biologia no ensino médio aprovados pelo Plano Nacional de Livros Didáticos. Foi criado um documento orientador para permitir a análise dos livros didáticos. Os tópicos investigados foram: I) a extensão do conteúdo relacionado à ciência do exercício; II) equívocos sobre a ciência do exercício; e III) benefícios à saúde atribuídos ao exercício físico. Também foram analisadas as qualificações acadêmicas dos autores dos livros didáticos. Todos os livros didáticos analisados (n=9) apresentaram algum grau de conteúdo científico de exercício. Além disso, um total de ~67% dos livros didáticos analisados apresentaram pelo menos um equívoco em relação à ciência do exercício, sendo o mais comum relacionado à bioquímica e fisiologia muscular. Além disso, 93,8% dos autores tinham graduação em ciências biológicas; 43,8% tinham doutorado. Em conclusão, todos os livros didáticos de biologia do ensino médio apresentaram conteúdos sobre ciência do exercício; no entanto, a maioria deles apresentou pelo menos um equívoco em relação à ciência do exercício. Assim, sugerimos que o Plano Nacional de Livros Didáticos melhore os critérios de análise dos livros didáticos de biologia. **Nível de Evidência III; Análises econômicas e de decisão - Desenvolvimento de um modelo econômico ou de decisão.**

Descritores: Atividade Física; Exercício Físico; Promoção de saúde; Hipertensão; Educação em saúde.

ABSTRACT

The content of high school textbooks related to physical activity and exercise is of utmost importance because physical activity and exercise are considered important tools in maintaining and improving health. Our objective was to analyze the presence and quality of exercise science content in high school biology textbooks approved by the National Textbook Plan. A guiding document was developed to enable the analysis of the textbooks. The topics investigated were: I) the extent of content related to exercise science; II) misconceptions about exercise science; III) health benefits attributed to exercise. The academic qualifications of the textbook authors were also analyzed. All analyzed textbooks (n = 9) featured some degree of exercise science content. In addition, ~67% of textbooks analyzed had at least one misconception regarding exercise science, the most common being related to biochemistry and muscle physiology. Also, 93.8% of the authors had undergraduate degrees in biological sciences; 43.8% had doctoral degrees. In conclusion, all high school biology textbooks presented content related to exercise science; however, most of them presented at least one misconception regarding exercise science. Thus, we suggest that the Brazilian National Textbook Plan should improve the criteria for analyzing biology textbooks. **Level of Evidence III; Economic and decision analyses - Development of an economic or decision model.**

Keywords: Physical Activity; Physical Exercise; Health Promotion; Hypertension; Health Education.

RESUMEN

El contenido de los libros didácticos de la enseñanza media relacionados con la actividad física y el ejercicio es de suma importancia, ya que la actividad física y el ejercicio regulares se consideran una herramienta importante para el mantenimiento y la mejora de la salud. Nuestro objetivo fue analizar la presencia y la calidad del contenido de ciencias del ejercicio en los libros didácticos de biología de la enseñanza media aprobados por el Plan Nacional de Libros Didácticos de Brasil. Se elaboró un documento guía para permitir el análisis de libros didácticos. Los temas investigados fueron: I) la extensión del contenido relacionado con la ciencia del ejercicio; II) conceptos erróneos sobre la ciencia del ejercicio; y III) los beneficios para la salud atribuidos al ejercicio físico. También se analizaron las calificaciones académicas de los autores de los libros didácticos. Todos los libros didácticos analizados (n = 9) presentan algún grado de contenido de ciencias del ejercicio. Además, un total de ~ 67% de los libros didácticos analizados presentaban al menos un concepto erróneo con respecto a la ciencia del ejercicio, siendo el más común el relacionado con la bioquímica y la fisiología muscular. Además, el 93,8% de los autores tenía una licenciatura en ciencias biológicas

y 43,8% tenía un doctorado. En conclusión, todos los libros didácticos de biología de la escuela secundaria presentaban contenido relacionado con la ciencia del ejercicio; sin embargo, la mayoría de ellos presentaba al menos un concepto erróneo con respecto a la ciencia del ejercicio. Por lo tanto, sugerimos que el Plan Nacional de Libros Didácticos de Brasil mejore los criterios para analizar los libros didácticos de biología. **Nivel de Evidencia III; Análisis económico y de decisión - Desarrollo de modelo económico o de decisión.**

Descritores: *Actividad Física; Ejercicio Físico; Promoción de la Salud; Hipertensión; Educación en Salud.*

DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1517-8692202228042021_0406

Artigo recebido em 28/09/2021 aprovado em 29/10/2021

INTRODUÇÃO

Os livros didáticos são importantes recursos para o ensino da disciplina e, juntamente com um quadro-negro e um giz, representam os únicos materiais didáticos disponíveis para alunos e professores de escolas públicas brasileiras.¹ Além disso, os livros didáticos podem fornecer orientação pedagógica de forma autônoma, uma vez que podem ser utilizados como fontes diversas para proporcionar aos professores a liberdade de escolha na seleção das ferramentas adequadas necessárias para o processo de ensino.²

No Brasil, o Ministério da Educação possui um programa coordenado pela Secretaria da Educação Básica, denominado Plano Nacional do Livro Didático, ou Plano Nacional dos Livros Didáticos (PNLD). Em suma, o PNLD visa subsidiar o trabalho pedagógico dos professores através da distribuição de livros didáticos aos alunos. Além disso, o PNLD está comprometido com a qualidade do conteúdo disponível dentro dos livros didáticos. Para isso, o Ministério da Educação designou comissões técnicas compostas por professores e pesquisadores de universidades públicas brasileiras.^{3,4} Resumidamente, as comissões técnicas avaliam os seguintes critérios: I) respeito à legislação, diretrizes e normas gerais de educação; II) observância dos princípios éticos necessários à construção da cidadania e da vida social republicana; III) a coerência e adequação da abordagem teórico-metodológica; IV) a correção e atualização de conceitos, informações e procedimentos; V) a adequação e relevância da orientação prestada aos professores; VI) observância das regras ortográficas e gramaticais da linguagem em que a obra foi escrita; VII) a adequação da estrutura editorial e do design gráfico; e VIII) a qualidade do texto e a adequação temática.^{3,4}

Estudos anteriores mostraram a presença de equívocos no ensino médio^{5,6} e nos livros didáticos universitários.⁷ Em relação aos livros didáticos de biologia, a análise de conteúdo sugeriu a presença de conceitos equivocados,⁸⁻¹² e que a qualidade das imagens, as relações texto-imagem e sua função de aprendizagem são afetadas.¹³⁻¹⁵ Portanto, os professores devem estar preparados para lidar com quaisquer imprecisões, como equívocos, exemplos descontextualizados, falta de informação e ilustrações confusas e complexas, pois os alunos expostos a esses equívocos podem considerá-los como fatos.^{16,17}

Nesse sentido, a abordagem do conteúdo relacionado à atividade física e ao exercício nos livros didáticos do ensino médio é de suma importância, uma vez que a atividade física regular e o exercício são considerados como importantes ferramentas para a manutenção e melhoria da saúde e do condicionamento físico.^{18,19} Além disso, sabe-se que a atividade física regular e o exercício são fatores importantes para a prevenção e tratamento de diversas doenças não transmissíveis, como diabetes mellitus tipo 2,²⁰ hipertensão arterial,²¹ câncer de mama,^{22,23} obesidade,^{24,25} ansiedade²⁶ e depressão.^{27,28} Dessa forma, é importante que os alunos estejam cientes de informações precisas.

Portanto, os livros didáticos de biologia desempenham uma posição importante, pois são uma ferramenta pedagógica fundamental capaz de auxiliar as práticas de ensino e fornecem aos alunos informações científicas e atualizadas sobre a saúde no campo biológico. Dado que é

essencial que os livros didáticos apresentem conteúdo de alta qualidade (por exemplo, conhecimento científico atualizado), este estudo tem como objetivo analisar a presença e a qualidade do conteúdo científico do exercício em livros didáticos de biologia do ensino médio aprovados pelo PNLD. Nossa hipótese é a de que os livros de biologia apresentariam equívocos em relação à ciência do exercício.

MÉTODOS

Seleção de livros

Foram analisados todos os livros didáticos de biologia (n = 9)²⁹⁻³⁷ aprovados pelo PNLD e disponíveis para escolas públicas brasileiras de ensino médio em 2015 (Tabela 1).

Análise de conteúdo

Um documento orientador foi criado para permitir que a análise de cada livro de biologia fosse organizada em um modelo esquemático. Este guia foi adaptado de Lira et al.⁷ e os temas abordados neste documento norteador foram: I) Presença de conteúdo relacionado à ciência do exercício; II) presença de equívocos em relação à ciência do exercício; e III) benefícios à saúde proporcionados pelo exercício físico. Todos os livros didáticos foram cuidadosamente investigados para localizar o texto, capítulos ou referências que abordassem o tema da ciência do exercício. Após a localização do material, uma análise profunda do conteúdo foi realizada por dois pesquisadores (S.P.M. e C.A.B.L.). Um dos pesquisadores (S.P.M.) é professor do ensino médio, e o outro (C.A.B.L.) é professor de fisiologia do exercício na Faculdade de Educação Física e Dança da Universidade Federal de Goiás (UFRJ). Para isso, os conteúdos da ciência do exercício presentes no livro de biologia foram transcritos e os pesquisadores (S.P.M. e C.A.B.L.) analisaram a diferença dos conteúdos das referências no estado da arte e destacaram as informações incorretas identificadas nos livros didáticos.

Sobre os autores e colegas

Além disso, foram analisadas as qualificações acadêmicas dos autores e colegas dos livros didáticos. Foi investigado: I) Educação acadêmica (graduação, mestrado e doutorado) e II) suas áreas de especialização.

Tabela 1. Livros didáticos de biologia selecionados pelo Plano Nacional de Livros Didáticos.

Autores	Título	Edição	Editor	Anos
Lopes and Rosso ²⁹	Bio	2°	Saraiva	2013
Mendonça ³⁰	Biologia	2°	AJS	2013
Silva Junior, Sasson e Caldini Junior ³¹	Biologia	11°	Saraiva	2013
Amabis e Martho ³²	Biologia em Contexto	1°	Moderna	2013
Linhares e Gewandsznajder ³³	Biologia Hoje	2°	Ática	2013
Favaretto ³⁴	Biologia: Unidade e Diversidade	1°	Saraiva	2013
Bröckelmann ³⁵	Conexões com a Biologia	1°	Moderna	2013
Bizzo ³⁶	Novas Bases da Biologia	2°	Ática	2013
Takeuchi e Osorio ³⁷	Ser protagonista - Biologia	2°	SM	2013

Essas informações foram extraídas da plataforma Lattes, banco de dados brasileiro para o *Curriculum Vitae*, criado e gerenciado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e também por meio das informações apresentadas nos livros didáticos analisados.

Análise estatística

Foi realizada uma análise estatística descritiva (média, desvio padrão e frequências absolutas e relativas) utilizando o software Excel (versão 2016, EUA).

RESULTADOS

Sobre os autores e colegas

Dos 32 autores e colegas presentes nos livros didáticos analisados, 30 (93,8%) possuíam graduação em ciências biológicas, enquanto um era formado em medicina e um em pedagogia; 14 autores (43,8%) apresentaram doutorado; quatro (12,6%) tinham mestrado; dois (6,3%) eram candidatos ao mestrado; um (3,1%) possuía apenas graduação; e 11 dos autores e colegas (34,4%) não possuíam nenhuma informação acadêmica disponível nos livros didáticos e/ou na plataforma Lattes. Entre os autores e colegas que possuíam pós-graduação (mestrado ou doutorado, n=18), seis tinham experiência em zoologia; três em genética; três em ciência da educação; uma em fisiopatologia experimental; um em ecologia; um em fisiologia geral; uma em biotecnologia; um em bioquímica; e uma cuja área de especialização não pôde ser localizada.

Conteúdo científico de exercício

Todos os livros didáticos analisados apresentaram algum conteúdo sobre ciência do exercício, embora cada coleção utilizasse diferentes abordagens. Os conteúdos mais comumente encontrados foram: I) *Doping* e uso de esteroides anabólicos; II) Exercício bioquímico; III) Os benefícios do exercício físico para a saúde; e IV) exercício em elevadas altitudes. Um total de ~67% dos livros didáticos analisados apresentaram pelo menos um equívoco em relação à ciência do exercício (Figura 1). Além disso, foram encontrados 10 equívocos científicos sobre exercício nos livros de biologia analisados, sendo os mais comuns relacionados à bioquímica e fisiologia muscular (Figura 2). A Tabela 2 apresenta uma análise qualitativa de cada livro didático incluído no estudo.

DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo analisar a presença e a qualidade do conteúdo sobre ciência do exercício em livros didáticos de biologia do ensino médio, conforme aprovado pelo PNLD. Nossa principal descoberta foi que a maioria dos livros didáticos de biologia do ensino médio (~67%) analisados apresentavam pelo menos um equívoco em relação à ciência do exercício. Verificamos que todos os livros didáticos



Figura 1. Presença de equívocos da ciência do exercício entre os livros de biologia do ensino médio analisados.

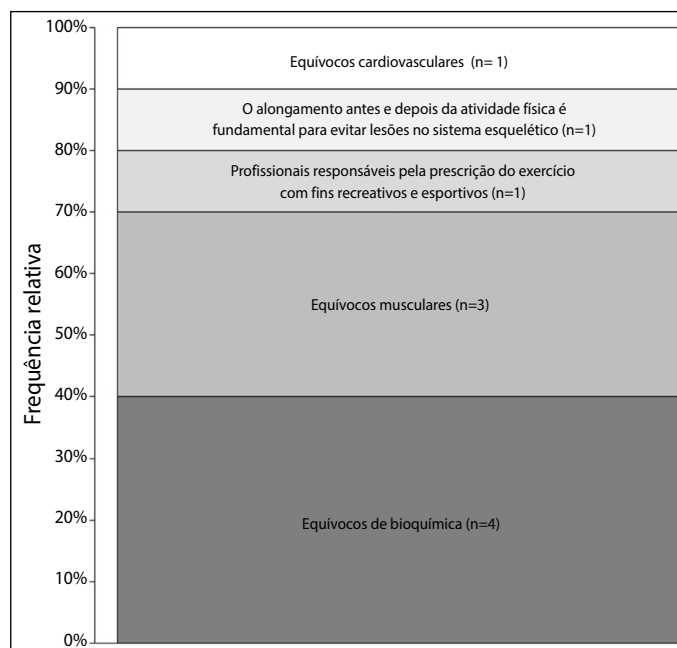


Figura 2. Frequência relativa dos equívocos na ciência do exercício.

analisados abordaram pelo menos um tema relacionado à ciência do exercício, como o *doping*, o uso de esteroides androgênicos anabólicos, a bioquímica do exercício, os benefícios para a saúde da prática do exercício e o exercício em elevadas altitudes.

Há muitas evidências que sugerem que o uso de esteroides androgênicos anabólicos não são seguros³⁸⁻⁴⁰ e podem produzir vários problemas de saúde, até mesmo a morte.⁴¹ Consideramos que a presença desse conteúdo nos livros didáticos do ensino médio é vital para conscientizar e sensibilizar os adolescentes aos efeitos deletérios dos esteroides androgênicos anabólicos. Em relação à bioquímica do exercício, alguns dos livros didáticos analisados mencionam que o lactato é produzido apenas durante o exercício.^{30,33} No entanto, isso não é verdade, uma vez que o lactato também é produzido durante as condições de repouso.⁴²

Embora a implementação do PNLD tenha tentado melhorar a qualidade dos livros didáticos, ainda é possível identificar equívocos e informações incompletas neles. Equívocos dentro dos livros didáticos de biologia são comuns e não se restringem apenas aos temas relacionados à fisiologia.^{6,10,12} Estudos anteriores encontraram equívocos no conteúdo relacionado à leishmaniose,⁶ acidentes com o vírus da dengue,¹² e picadas de cobras venenosas.¹⁰ Portanto, embora o PNLD avalie cuidadosamente os livros didáticos do ensino médio, os professores também devem ser capazes de analisar e avaliar os conteúdos dos livros didáticos que são utilizados nas aulas de biologia, a fim de vincular o conteúdo ao cotidiano dos alunos. No entanto, é razoável supor que professores com baixa formação acadêmica podem não ser capazes de identificar equívocos recorrentes dentro dos livros didáticos. Portanto, para aprimorar o conhecimento e fornecer atualizações sobre os recentes avanços científicos no campo, são necessários programas de educação contínuos.

Uma possível explicação para os equívocos encontrados pode ser devido à maioria dos livros didáticos analisados serem escritos por um a três autores. Como biologia é uma disciplina que tem sido tradicionalmente organizada por diversas ciências da vida (citologia, genética, evolução, ecologia, zoologia, botânica e fisiologia); portanto, é razoável supor que é difícil para um número limitado de autores fornecer informações específicas sobre todos esses tópicos. Essa situação é potencialmente agravada uma vez que grandes avanços científicos foram feitos nos campos biológicos para incluir o subtópico da fisiologia humana

Tabela 2. Análise qualitativa de cada livro didático incluído no estudo.

Autores	Comentários
Lopes e Rosso ²⁹	<ul style="list-style-type: none"> Foi relatado que o coração começa a bombear mais sangue em indivíduos treinados. No entanto, esta afirmação é duvidosa. A produção cardíaca máxima de um indivíduo treinado é maior quando comparada com a produção cardíaca máxima de um indivíduo sedentário. A saída cardíaca de repouso e submaximal (mesma intensidade absoluta do exercício) de indivíduos sedentários e treinados é a mesma, enquanto o volume sistólico muda (diminui) e a frequência cardíaca (aumenta). No entanto, no mesmo texto, foi corretamente apontado que o aumento da intensidade do exercício deve ser gradual, como é recomendado pelo princípio da sobrecarga progressiva. Além disso, foi corretamente relatado que o exercício físico deve ser guiado por um profissional treinado, caso contrário o exercício físico pode ser prejudicial e não benéfico.
Mendonça ³⁰	<ul style="list-style-type: none"> Foi relatado que "Durante a intensa atividade física, alguns grupos de células musculares começam a realizar fermentação láctica", implicando que é somente durante intensa atividade física que as células musculares fornecem fermentação láctica (glicólise anaeróbica). No entanto, este é um conceito enganoso, uma vez que a fermentação láctica ocorre desde o repouso (~1 mMol/L) até o exercício máximo. Foi relatado que "o acúmulo de ácido láctico no tecido muscular é um dos fatores que causam fadiga muscular". No entanto, o acúmulo de íons de hidrogênio é responsável pela fadiga, em vez de ácido láctico no tecido muscular. Além disso, bioquimicamente, o ácido láctico não existe, o que é produzido pela fibra muscular é o lactato. Foi relatado que, para maximizar os benefícios da atividade física, é fundamental buscar orientação de um profissional de educação física e fisioterapia. No entanto, no Brasil, o único profissional legalmente qualificado para prescrever exercícios físicos para fins recreativos e esportivos é o profissional de educação física. Foi relatado que "Alongamento antes e depois da atividade física é fundamental para evitar lesões no sistema esquelético". No entanto, é importante notar que não há consenso científico até o momento para confirmar a afirmação do autor.
Silva Junior, Sasson e Caldini Junior ³¹	<ul style="list-style-type: none"> O livro só apresenta um texto complementar para tratar do uso de esteroides anabólicos.
Amabis e Martho ³²	<ul style="list-style-type: none"> No texto que aborda músculos e exercícios físicos, os autores confundiram fibras de contração rápida com fibras de contração lenta.
Linhares e Gewandsznajder ³³	<ul style="list-style-type: none"> Foi relatado que o ácido láctico só é produzido durante o exercício. Primeiramente, o ácido láctico não existe, o que é produzido pela fibra muscular é o lactato. Além disso, embora em baixa concentração, o lactato também é produzido em repouso. O sistema fosfocreatina não foi relatado como sendo predominantemente utilizado durante exercícios de intensidade extremamente alta com durações muito curtas. Além disso, não foi mencionada a transferência do grupo fosfato para a ADP, catalisada pela enzima creatina quinase.
Favaretto ³⁴	<ul style="list-style-type: none"> Em texto que dizia "O exercício físico atenua os sintomas de Parkinson e doença de Alzheimer", o autor apresentou informações interessantes sobre os benefícios da atividade física regular em pacientes com essas doenças.
Bröckelmann ³⁵	<ul style="list-style-type: none"> Em relação ao exercício físico e doping, o autor abordou diferentes substâncias que favorecem o atleta, como eritropoietina, beta bloqueadores, diuréticos, entre outros.
Bizzo ³⁶	<ul style="list-style-type: none"> Foi relatado que "A atividade muscular prolongada em um exercício intenso e longo pode ser acompanhada de dor nos dias seguintes, especialmente quando muito esforço é realizado sem preparação prévia", sugerindo que a dor só pode ocorrer após períodos intensos e longos de exercício. No entanto, a dor muscular é conhecida por ocorrer como resultado de um esforço intenso incomum e não está necessariamente relacionada com a duração da atividade.
Takeuchi e Osorio ³⁷	<ul style="list-style-type: none"> Foi relatado que "o aumento do músculo esquelético relacionado ao exercício físico não se deve ao aumento do número de células musculares, mas principalmente à formação de novos miofibras". No entanto, há evidências científicas que afirmam que a hipertrofia muscular pode ocorrer devido à formação de novas células.

e do exercício.^{43,44} Esses avanços gerariam volumes substanciais de novas informações e conhecimentos mais complexos, o que dificulta os professores manterem-se atualizados.^{45,46}

A qualificação dos alunos de mestrado e/ou doutorado é outro aspecto a ser considerado. É sabido que professores que participam de programas de pós-graduação podem ter uma melhor formação acadêmica que lhes proporcionam permanecerem atualizados.⁴⁷ No presente estudo, apenas 18 dos 32 autores e colegas possuíam mestrado e/ou doutorado. Além disso, apenas 21 dos 32 autores e colegas tiveram o currículo registrado no banco de dados Lattes, vale ressaltar que alguns deles estavam desatualizados. Esse resultado é preocupante porque denota que os autores dos livros didáticos não estão atualizando seus conhecimentos. Portanto, essa pode ser mais uma possível explicação para a presença dos equívocos em relação à ciência do exercício encontrados nos livros de biologia analisados.

Uma das possíveis consequências desses equívocos é o fato de que os alunos podem potencialmente trazer esses equívocos para suas vidas pessoais e profissionais.¹⁷ Em relação à vida pessoal, os alunos podem fazer julgamentos enganosos sobre os fenômenos biológicos que podem vivenciar ao longo de suas vidas.^{48,49} Dentro de suas vidas profissionais, equívocos podem ser mais evidentes se o aluno seguir uma carreira dentro das ciências biológicas.¹⁷ Além disso, é razoável supor que os equívocos também podem atrapalhar a entrada do aluno na universidade, uma vez que ele é obrigado a completar vários exames acadêmicos. No entanto, para os alunos que ingressarem nas universidades (especialmente cursos de graduação em saúde), é possível remover tais equívocos.

Infelizmente, mesmo dentro das universidades, vários estudos anteriores⁵⁰⁻⁵³ mostraram que estudantes de graduação em saúde apresentam equívocos sobre disciplinas como fisiologia e bioquímica. É possível que tais equívocos, juntamente com outros motivos, possam decorrer de conteúdos didáticos, que, conseqüentemente, podem afetar esses futuros profissionais de saúde. Leal et al.¹⁷ mostraram que profissionais de educação física, fisioterapeutas e nutricionistas apresentaram equívocos importantes em relação às disciplinas relacionadas à fisiologia do exercício. Além disso, outros estudos demonstraram a presença de equívocos nos profissionais de saúde em relação à epilepsia,^{54,55} poliomielite e síndromes pós-poliomielite⁵⁶. Recentemente, de Lira et al.⁵⁷ mostraram que a maioria dos cursos de graduação em ciências da saúde analisados, com exceção da educação física, não apresentava o trabalho de curso sobre fisiologia do exercício (ou um trabalho de curso semelhante) em suas estruturas curriculares. Portanto, esse cenário pode ser a causa de equívocos apresentados por estudantes e profissionais de saúde.

Promover a educação em saúde entre adolescentes é um importante mecanismo para a disseminação de conhecimentos válidos para prevenir doenças e melhorar a higiene.⁵⁸ Além disso, os adolescentes tornam-se importantes agentes de saúde ao divulgar às suas famílias o que aprenderam na escola.⁵⁹

De acordo com o censo escolar de 2018, realizado pelo Ministério da Educação, são aproximadamente 48,5 milhões de estudantes; dos quais 7,7 milhões estão matriculados no ensino médio.⁶⁰ Considerando que todos esses estudantes do ensino médio usam livros didáticos para aprender, estima-se que existam aproximadamente 7,7 milhões potenciais "agentes da educação" disseminando o conteúdo correto ou incorreto

desses livros didáticos. Por isso, é importante retirar os equívocos dos livros de biologia analisados e aproveitar essa oportunidade para introduzir o conteúdo correto e adequado em relação à ciência do exercício.

Pontos fortes e limitações do estudo

Nosso estudo não é sem limitações. Uma consideração é que um livro que contém pouco conteúdo e explicações superficiais, incluindo equívocos, é inferior quando comparado ao de um livro didático com uma abordagem mais aprofundada. Portanto, os livros didáticos que continham poucos equívocos não são necessariamente considerados como os melhores. Ruppenthal & Schetinger¹ avaliaram esse aspecto utilizando a porcentagem de um determinado tópico em relação ao número total de páginas no livro didático. Embora este método tenha sido interessante e objetivo, não consideramos tais métodos uma estratégia adequada, uma vez que essa análise foi influenciada pelo tamanho da fonte e da página. Da mesma forma, como em qualquer análise qualitativa, é subjetiva e sujeita a diferentes interpretações. Nosso estudo não teve como objetivo classificar os livros didáticos, mas sim indicar os aspectos que exigiam a atenção do professor ao utilizar os livros didáticos analisados como recurso dentro da sala de aula. Finalmente, nossos resultados podem ajudar os autores dos livros didáticos analisados a melhorar as edições futuras. Estudos futuros devem avaliar a profundidade do conteúdo investigado. Além disso, é desejável que os livros sejam avaliados por especialistas em cada disciplina.

CONCLUSÕES

Todos os livros didáticos de biologia do ensino médio analisados apresentaram conteúdo sobre ciência do exercício; no entanto, a maioria deles apresentou pelo menos um equívoco em relação à ciência do exercício. Por isso, sugerimos que a PNLD melhore os critérios de análise dos livros didáticos de biologia do ensino médio. Além disso, é importante que os professores desenvolvam continuamente suas habilidades na análise de coleções didáticas, uma vez que são plausíveis de erros mesmo após a análise das autoridades educacionais. Além disso, estudos futuros sobre a análise de outros conteúdos fisiológicos dentro de livros didáticos de biologia são desejáveis.

Financiamento

Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código Financeiro 001. CABL é bolsista de produtividade no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), número de bolsa 305276/2020-4).

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

CONTRIBUIÇÃO DE AUTORES: Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento do manuscrito. RBV: análise estatística, redação, revisão e conceito intelectual; SPM: análise de conteúdo, redação e revisão. RLV, MSA, GCTC, BK e PTN: revisão e conceito intelectual. CABL: elaboração de todo o projeto de pesquisa, revisão e conceito intelectual.

REFERÊNCIAS

- Ruppenthal R, Schetinger MRC. The respiratory system in science textbooks in the early grades: an analysis of content, images and activities. *Ciência Educ*. 2013;19(3):617-32. doi:10.1590/S1516-73132013000300008
- Carneiro MH da S, Mól WLP dos SG de S. Innovative textbook and teachers: a challenge tension. *Ens Pesqui em Educ em Ciências*. 2005;7(2):101-13. doi:10.1590/1983-21172005070204
- Höfling E. The trajectory of the National Textbook program of the Ministry of education in Brazil. In: Megid Netom J, Fracalanza H, editors. *O Livro Didático de Ciências No Brasil*. Campinas: Komedi; 2006:19-31.
- Brasil. *Textbook Guide: PNLD 2015. Biology: High School*.
- Langhi R, Nardi R. Astronomy Teaching: Most common conceptual errors present in science textbooks. *Cad Bras Ensino Física*. 2007;24(1):87-111. doi:10.5007/%25x
- França VH de, Margonari C, Schall VT. An analysis on the content of leishmaniasis in science and biology books indicated by the Brazilian Didactic Book National Program (2008/2009). *Ciência Educ*. 2011;17(3):625-44. doi:10.1590/S1516-73132011000300007
- de Lira CAB, Viana RB, Luz NF, de Santana MG, Campos MH, Vancini RL, et al. Analysis of type 2 diabetes mellitus and arterial hypertension content in exercise physiology textbooks. *Adv Physiol Educ*. 2019;43(3):253-8. doi:10.1152/advan.00043.2019
- Mohr A. Análise do conteúdo de "saúde" em livros didáticos. *Ciência Educ*. 2000;6(2):89-106. doi:10.1590/S1516-73132000000200002
- Nascimento TG, Martins I. O texto de genética no livro didático de ciências: uma análise retórica crítica. *Investig Ensino Ciências*. 2005;10(2):255-78.
- Sandrin M de FN, Puerto G, Nardi R. Serpentes e acidentes ofídicos: um estudo sobre erros conceituais em livros didáticos. *Investig Ensino Ciências*. 2005;10(3):281-98.
- Xavier MCF, Freire A de S, Moraes MO. New Biology and genetics in High School science textbooks. *Ciência Educ*. 2006;12(3):275-89. doi:10.1590/S1516-73132006000300003
- Assis SS de, Pimenta DN, Schall VT. Dengue in science and biology text books indicated by the Didactic Book National Program. *Ciência Educ*. 2013;19(3):633-56. doi:10.1590/S1516-73132013000300009
- Palacios FJP, Jiménez J de D. Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Análisis de libros de texto. Enseñanza las Ciencias*. 2002;20(3):369-86.
- Palacios FJP. Uso (y abuso) de la imagen en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza las Ciencias*. 2006;24(1):13-30.
- Gibin GB, Kill KB, Ferreira LH. Categorização das imagens referentes ao tema equilíbrio químico nos livros aprovados pelo PNLEM. *Rev Electrónica Enseñanza las Ciencias*. 2009;8(2):711-21.
- Alves MLM, Mesquita BS, Morais WS, Leal JC, Satler CE, dos Santos Mendes FA. Nintendo Wii™ versus Xbox Kinect™ for assisting people with Parkinson's disease. *Percept Mot Skills*. 2018;125(3):546-65. doi:10.1177/0031512518769204
- Leal AGF, Vancini RL, Gentil P, Benedito-Silva AA, da Silva AC, Campos MH, et al. Knowledge about sport and exercise science: a cross-sectional survey among health professionals in Brazil. *Health Educ*. 2018;118(3):250-61. doi:10.1108/HE-06-2017-0036
- Pedersen BK, Saltin B. Exercise as medicine - evidence for prescribing exercise as therapy in 26 different chronic diseases. *Scand J Med Sci Sports*. 2015;25(Suppl 3):1-72. doi:10.1111/sms.12581
- Fiuzu-Luces C, Garatachea N, Berger NA, Lucia A. Exercise is the real poly pill. *Physiol*. 2013;28(5):330-58. doi:10.1152/physiol.00019.2013
- Colberg SR, Sigal RJ, Fernhall B, Regensteiner JG, Blissmer BJ, Rubin RR, et al. Exercise and type 2 diabetes: American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement. Exercise and type 2 diabetes. *Med Sci Sport Exerc*. 2010;42(12):2282-303. doi:10.1249/MSS.0b013e3181eeb61c
- Pescatello LS, Franklin BA, Fagard R, Farquhar WB, Kelley GA, Ray CA, et al. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and hypertension. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(3):533-53. doi:10.1249/01.mss.0000115224.88514.3a
- Kirshbaum MN. A review of the benefits of whole body exercise during and after treatment for breast cancer. *J Clin Nurs*. 2007;16(1):104-21. doi:10.1111/j.1365-2702.2006.01638.x
- Dos Santos WDN, Gentil P, de Moraes RF, Ferreira Júnior JB, Campos MH, de Lira CAB, et al. Chronic effects of resistance training in breast cancer survivors. *Biomed Res Int*. 2017;2017:8367803. doi:10.1155/2017/8367803
- Maillard F, Rousset S, Pereira B, Traore A, Del Amaze PP, Boirie Y, et al. High-intensity interval training reduces abdominal fat mass in postmenopausal women with type 2 diabetes. *Diabetes Metab*. 2016;42(6):433-41. doi:10.1016/j.diabet.2016.07.031
- Rayes ABR, de Lira CAB, Viana RB, Benedito-Silva AA, Vancini RL, Mascarin N, et al. The effects of Pilates vs. aerobic training on cardiorespiratory fitness, isokinetic muscular strength, body composition, and functional tasks outcomes for individuals who are overweight/obese: a clinical trial. *PeerJ*. 2019;7:e6022. doi:10.7717/peerj.6022
- Wipfli BM, Rethorst CD, Landers DM. The anxiolytic effects of exercise: a meta-analysis of randomized trials and dose-response analysis. *J Sport Exerc Psychol*. 2008;30(4):392-410. doi:10.1123/jsep.30.4.392
- Kvam S, Kleppe CL, Nordhus IH, Hovland A. Exercise as a treatment for depression: A meta-analysis. *J Affect Disord*. 2016;202:67-86. doi:10.1016/j.jad.2016.03.063
- Viana RB, Gentil P, Naves JPA, Rebelo ACS, Santos DAT, Braga MAO, et al. Interval training improves depressive symptoms but not anxious symptoms in healthy women. *Front Psychiatry*. 2019;10:661. doi:10.3389/fpsy.2019.00661
- Lopes SGB, Rosso S. *Bio*. 2nd ed. São Paulo: Saraiva; 2013.
- Mendonça VL. *Biologia*. 2nd ed. São Paulo: AJS; 2013.
- Silva Junior C da, Sasson S, Caldini Junior N. *Biologia*. 11th ed. São Paulo: Saraiva; 2013.
- Amabis JM, Martho GR. *Biologia em Contexto*. Porto Alegre: Moderna; 2013.
- Linhares S, Gewandzajder F. *Biologia Hoje*. 2nd ed. Porto Alegre: Ática; 2013.
- Favaretto JA. *Biologia: Unidade e Diversidade*. São Paulo: Saraiva; 2013.
- Bröckelmann RH. *Conexões com a Biologia*. Porto Alegre: Moderna; 2013.
- Bizzo NM V. *Novas Bases da Biologia*. Porto Alegre: Ática; 2013.
- Takeuchi MR, Osório TC. *Ser protagonista: Biologia*. 2nd ed. São Paulo: SM; 2013.
- Cafri G, Van den Berg P, Thompson J. Pursuit of muscularity in adolescent boys: relations among biopsychosocial variables and clinical outcomes. *J Clin Child Adolesc Psychol*. 2006;35(2):283-91. doi:10.1207/s15374424jccp3502_12

39. Grieve F. A conceptual model of factors contributing to the development of muscle dysmorphia. *Eat Disord.* 2007;15(1):63-80. doi: 10.1080/10640260601044535
40. Hoffman JR, Ratamess NA. Medical issues associated with anabolic steroid use: are they exaggerated? *J Sports Sci Med.* 2006;5(2):182-93.
41. Frati P, Busardo F, Cipolloni L, Dominici E, Fineschi V. Anabolic androgenic steroid (AAS) related deaths: autopsic, histopathological and toxicological findings. *Curr Neuropharmacol.* 2015;13(1):146-59. doi:10.2174/1570159X13666141210225414
42. Hall MM, Rajasekaran S, Thomsen TW, Peterson AR. Lactate: friend or foe. *Pm&R.* 2016;8(3):S8-S15. doi:10.1016/j.pmrj.2015.10.018
43. Sarzynski MA, Loos RJF, Lucia A, Pérusse L, Roth SM, Wolfarth B, et al. Advances in Exercise, Fitness, and Performance Genomics in 2015. *Med Sci Sports Exerc.* 2016;48(10):1906-16. doi:10.1249/MSS.0000000000000982
44. Joannis S, Lim C, McKendry J, Mcleod JC, Stokes T, Phillips SM. Recent advances in understanding resistance exercise training-induced skeletal muscle hypertrophy in humans. *F1000Res.* 2020;9:F1000. doi:10.12688/f1000research.21588.1
45. Alper BS, Hand JA, Elliott SG, Kinkade S, Hauan MJ, Onion DK, et al. How much effort is needed to keep up with the literature relevant for primary care? *J Med Libr Assoc.* 2004;92(4):429-37.
46. Maggio LA, Artino AR. Staying Up to Date and Managing Information Overload. *J Grad Med Educ.* 2018;10(5):597-8. doi:10.4300/JGME-D-18-00621.1
47. Zwanikken PA, Dieleman M, Samaranyake D, Akwataghibe N, Scherpbier A. A systematic review of outcome and impact of Master's in health and health care. *BMC Med Educ.* 2013;13(1):18. doi:10.1186/1472-6920-13-18
48. Michael JA, Wenderoth MP, Modell HI, Cliff W, Horwitz B, McHale P, et al. Undergraduates' understanding of cardiovascular phenomena. *Adv Physiol Educ.* 2002;26(1-2):72-84. doi:10.1152/advan.00002.2002
49. Michael JA, Richardson D, Rovick A, Modell H, Bruce D, Horwitz B, et al. Undergraduate students' misconceptions about respiratory physiology. *Adv Physiol Educ.* 1999;27(6):S127. doi:10.1152/advances.1999.277.6.S127
50. Luz MRMP, Oliveira GA, Poian AT Da. Glucose as the sole metabolic fuel: Overcoming a misconception using conceptual change to teach the energy-yielding metabolism to Brazilian high school students. *Biochem Mol Biol Educ.* 2013;41(4):224-31. doi:10.1002/bmb.20702
51. Michael J. Misconceptions—what students think they know. *Adv Physiol Educ.* 2002;26(1-4):5-6. doi:10.1152/advan.00047.2001
52. Michael JA. Students' misconceptions about perceived physiological responses. *Adv Physiol Educ.* 1998;27(6):S90-8. doi:10.1152/advances.1998.274.6.S90
53. Morton JP, Doran DA, MacLaren DPM. Common student misconceptions in exercise physiology and biochemistry. *Adv Physiol Educ.* 2008;32(2):142-6. doi:10.1152/advan.00095.2007
54. Vancini RL, Benedito-Silva AA, Sousa BS, da Silva SG, Souza-Vancini MI, Vancini-Campanharo CR, et al. Knowledge about epilepsy among health professionals: a cross-sectional survey in Sao Paulo, Brazil. *BMJ Open.* 2012;2(2):e000919. doi:10.1136/bmjopen-2012-000919
55. Vancini RL, Lira CAB de, Silva SG da, Scorza FA, da Silva AC, Vieira D, et al. Evaluation of physical educators' knowledge about epilepsy. *Arq Neuropsiquiatr.* 2010;68(3):367-71. doi:10.1590/S0004-282X2010000300007
56. de Lira CAB, Alves TM de A, Peixinho-Pena LF, Sousa BS, Santana MG, Andrade MS, et al. Knowledge among physical education professionals about poliomyelitis and post-poliomyelitis syndrome: a cross-sectional study in Brazil. *Degener Neurol Neuromuscul Dis.* 2013;3:41. doi:10.2147/DNND.S45980
57. de Lira CAB, Silva ZA, Gentil P, Vieira CA, Campos MH, Vancini RL, et al. Presence of exercise physiology or similar coursework in the curricula of Brazilian health science undergraduate programs. *Adv Physiol Educ.* 2021;45(1):172-7. doi:10.1152/advan.00044.2020
58. Tamiru D, Argaw A, Gerbaba M, Ayana G, Nigussie A, Jisha H, et al. Enhancing Personal Hygiene Behavior and Competency of Elementary School Adolescents through Peer-Led Approach and School-Friendly: A Quasi-Experimental Study. *Ethiop J Health Sci.* 2017;27(3):245-54. doi:10.4314/ejhs.v27i3.6
59. Sorbring E, Kuczynski L. Children's agency in the family, in school and in society: implications for health and well-being. *Int J Qual Stud Health Well-being.* 2018;13(sup1):1634414. doi:10.1080/17482631.2019.1634414
60. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. 2018 Basic Education School Census: Technical Summary. 2019.