

Estado da publicação: O preprint foi publicado em um periódico como um artigo
DOI do artigo publicado: <https://doi.org/10.54033/cadpedv21n10-133>

APLICABILIDADE DA BIOMECÂNICA NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM NA EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR

Davi Oliveira Sousa, Nivaldo Soares Junior, Luka Martins Garcês, Letícia Padilha Mendes, Flávio de Oliveira Pires

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.9446>

Submetido em: 2024-07-17

Postado em: 2024-07-29 (versão 1)

(AAAA-MM-DD)

ARTIGO

APLICABILIDADE DA BIOMECÂNICA NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM NA EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR

DAVI OLIVEIRA SOUSA⁴

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7775-8886>
<a12ng1f@gmail.com>

NIVALDO DE JESUS SOARES JUNIOR^{1,3,5}

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6469-7562>
<nivaldosoaresjr@gmail.com>

LUKA MARTINS GARCÊS^{1,3}

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0450-3848>
<luka.martins.edf@gmail.com>

LETÍCIA PADILHA MENDES³

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6738-7420>
<leticia.padilha@discente.ufma.br>

FLÁVIO DE OLIVEIRA PIRES^{1,2,3,4}

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9497-8928>
<flavio.pires@ufma.br>

¹ Laboratório de Adaptações Cardiovasculares ao Exercício (LACORE/UFMA). São Luís, Maranhão (MA), Brasil.

² Grupo de Pesquisa em Reabilitação, Exercício e Movimento (REMOVI/UFMA). São Luís, Maranhão (MA), Brasil.

³ Programa de Pós-Graduação em Educação Física (PPGEF/UFMA). São Luís, Maranhão (MA), Brasil.

⁴ Departamento de Educação Física (UFMA). São Luís, Maranhão (MA), Brasil.

⁵ Instituto Federal do Maranhão (IFMA). São Luís, Maranhão (MA), Brasil.

RESUMO: Introdução: o conhecimento dos conceitos biomecânicos básicos são essenciais para o professor de Educação Física, assim como para outros profissionais que trabalham com o movimento humano. Tal importância é refletida na presença da Biomecânica como componente dos currículos dos cursos de Licenciatura em Educação Física. **Objetivo:** identificar a aplicabilidade e importância da Biomecânica na prática pedagógica da disciplina de Educação Física na Educação Básica e sua importância na formação de professores da área. **Métodos:** estudo qualitativo com elaboração de revisão bibliográfica narrativa por meio de pesquisa por referenciais teóricos que tratam da aplicabilidade da Biomecânica na Educação Física Escolar e/ou sua importância como disciplina acadêmica nos cursos de Licenciatura em Educação Física. **Resultados:** após a leitura dos resumos, foram selecionados 51 referenciais teóricos encontrados a partir das buscas pelas palavras-chave, sendo: 2 teses de doutorado, 1 dissertação de mestrado, 2 livros e 46 artigos científicos, sendo referenciais teóricos das línguas portuguesa e inglesa. Após leitura integral, foram excluídos 23 artigos e 1 livro por entender que eles não possuíam relação específica com o tema proposto. Destes, foram incluídos 28 referenciais teóricos encontrados nas bases de dados pesquisadas. **Conclusões:** a utilização da Biomecânica nas aulas de Educação Física mostra-se uma ferramenta eficaz para a aplicação dos conhecimentos e novos processos de intervenção do professor, como novas experiências com os conteúdos da Educação Física Escolar para os alunos, contribuindo para um aprendizado mais ampliado em diferentes dimensões.

Palavras-chave: biomecânica, aplicabilidade escolar; importância da disciplina.

APPLICABILITY OF BIOMECHANICS IN SCHOOL PHYSICAL EDUCATION AND ITS IMPORTANCE AS A SUBJECT DURING GRADUATION

ABSTRACT: Introduction: knowledge of basic biomechanical concepts is essential for Physical Education teachers, as well as for other professionals who work with human movement. This importance is reflected in the presence of Biomechanics in the curricula of Degree courses in Physical Education. **Objective:** to identify the applicability and importance of Biomechanics in the pedagogical practice of the Physical Education discipline in Basic Education and its importance in the training of teachers in the area. **Methods:** qualitative study with the elaboration of a narrative bibliographic review through research using theoretical references that deal with the applicability of Biomechanics in School Physical Education and/or its importance as an academic discipline in Bachelor's Degree courses in Physical Education. **Results:** after reading the abstracts, 51 theoretical references found through keyword searches were selected, including: 2 doctoral theses, 1 master's dissertation, 2 books and 46 scientific articles, being theoretical references from the Portuguese and English languages. After full reading, 23 articles and 1 book were excluded because it was understood that they had no specific relationship with the proposed topic. Of these, 28 theoretical references found in the databases researched were included. **Conclusions:** the use of Biomechanics in Physical Education classes proves to be an effective tool for applying knowledge and new teacher intervention processes, such as new experiences with School Physical Education content for students, contributing to broader learning.

Keywords: biomechanics, school applicability; importance of discipline.

APLICABILIDAD DE LA BIOMECÁNICA EN LA EDUCACIÓN FÍSICA ESCOLAR Y SU IMPORTANCIA DURANTE LA GRADUACIÓN

RESUMEN: Introducción: el conocimiento de conceptos biomecánicos básicos es fundamental para el profesorado de Educación Física, así como para otros profesionales que trabajan con el movimiento humano. Esta importancia se refleja en la presencia de la Biomecánica en los planes de estudio de las carreras de Grado en Educación Física. **Objetivo:** identificar la aplicabilidad e importancia de la Biomecánica en la práctica pedagógica de la disciplina Educación Física en la Educación Básica y su importancia en la formación de docentes del área. **Métodos:** estudio cualitativo con elaboración de una revisión bibliográfica narrativa a través de una investigación utilizando referentes teóricos que abordan la aplicabilidad de la Biomecánica en la Educación Física Escolar y/o su importancia como disciplina académica en las carreras de Licenciatura en Educación Física. **Resultados:** después de la lectura de los resúmenes, se seleccionaron 51 referencias teóricas encontradas mediante búsquedas por palabras clave, entre ellas: 2 tesis doctorales, 1 disertación de maestría, 2 libros y 46 artículos científicos, siendo referencias teóricas de los idiomas portugués e inglés. Luego de la lectura completa, se excluyeron 23 artículos y 1 libro por entenderse que no tenían relación específica con el tema propuesto. De ellos, se incluyeron 28 referencias teóricas encontradas en las bases de datos investigadas. **Conclusiones:** el uso de la Biomecánica en las clases de Educación Física demuestra ser una herramienta efectiva para aplicar conocimientos y nuevos procesos de intervención docente, como nuevas experiencias con contenidos de Educación Física Escolar para los estudiantes, contribuyendo a aprendizajes más amplios.

Palabras clave: biomecánica; aplicabilidad escolar; importancia de la disciplina.

INTRODUÇÃO

A Biomecânica é considerada como a ciência que envolve o estudo dos aspectos mecânicos de organismos vivos, formada etimologicamente pelo prefixo bio, que significa “vida”, com o termo: “mecânica”, ramo da física que analisa as ações de forças sobre os corpos. (Hall, 2016). De maneira

similar, Adrian e Cooper (1993), compreendem a Biomecânica como o estudo das forças produzidas pelo corpo humano e daquelas que agem sobre ele, resultando no movimento e na deformação dos tecidos.

Amadio e Serrão (2004), caracterizam a aplicação da Biomecânica no estudo do movimento humano na área do esporte de alto nível de rendimento, no esporte escolar, na prevenção e reabilitação orientadas à saúde, e nas atividades cotidianas e do trabalho. Dessa forma, são desenvolvidos e aprimorados equipamentos e métodos de análises, avaliação e diagnóstico do movimento, como o Qualisys (câmeras indoor, outdoor, underwater e markeless) que detecta os movimentos de forma bastante precisa e fornece dados de posição, velocidade e aceleração; e também o Biodex Mult-Joint (dinamômetro isocinético) que permite a avaliação objetiva e direta dos componentes de desempenho muscular relacionados às articulações de quadril, joelho e tornozelo, fornecendo dados de torque, potência, força e trabalho. Tais equipamentos fornecem dados ao profissional para que seja tomada a melhor decisão em relação ao processo de intervenção em cada uma das áreas de aplicação da Biomecânica (Belmont, 2015).

Hall (2016), considera os conhecimentos dos conceitos biomecânicos básicos essenciais para o professor de Educação Física, assim como é para o fisioterapeuta, ou preparador físico. Não obstante, Rizal (2020), também evidencia a importância da Biomecânica para professores da Educação Física Escolar. Tal importância é refletida na presença da Biomecânica como componente dos currículos dos cursos de Licenciatura em Educação Física.

A Biomecânica pode contribuir para um processo de formação mais amplo dos professores de Educação Física, formando um profissional capaz de entender as características do movimento humano, e que consegue aliá-las a outros conhecimentos e panoramas. Com esse conhecimento o professor deve providenciar que suas aulas não sejam um simples meio de transmissão de conteúdos nas quais os alunos não reflitam ou criticam aquilo que aprendem, contribuindo para uma dimensão atitudinal de ensino (Porto *et al.*, 2015).

Relativo ao ensino da Biomecânica no nível superior, Vilela Júnior (2010), afirma que ela tem uma linguagem matematizada e de instrumentação sofisticada. Nesse contexto, Vilas-Boas (2001), diz não estranhar um distanciamento da Biomecânica, principalmente na Licenciatura, pelo fato da disciplina se apresentar muito distante do estudante e, sobretudo, da atuação docente. Nesse sentido, Bezerra *et al.* (2013), dizem ainda não parecer claro a estrutura de ensino dessa disciplina no curso de Licenciatura em Educação Física.

Dessa maneira, entende-se que, para que a Biomecânica seja devidamente aplicada no contexto escolar, é indispensável a apropriação dos conhecimentos dessa disciplina por parte dos professores de Educação Física, obtidos na sua vida acadêmica. Consequentemente, a aplicação desses conteúdos tanto nos esportes, como nas outras práticas pedagógicas das aulas de Educação Física e até em assuntos de ajustes e posições relacionadas à prevenção de lesões, para que os alunos apliquem em seu cotidiano mesmo fora da escola (Melo, 2022).

Portanto, levando em consideração a importância da Biomecânica mencionada pelos autores supracitados e sua presença como componente curricular dos cursos de Educação Física por todo o Brasil, este artigo pretende desvelar como os conteúdos estudados em Biomecânica são aplicados na prática pedagógica das aulas de Educação Física e qual a importância dessa disciplina nos cursos de Licenciatura em Educação Física.

REVISÃO DE LITERATURA

1 NOÇÕES BÁSICAS E CONCEITUAIS DE BIOMECÂNICA

1.1 Biomecânica

A Biomecânica é considerada como a ciência que envolve o estudo dos aspectos mecânicos de organismos vivos, formada etimologicamente pelo prefixo bio, que significa “vida”, com o termo mecânica, ramo da física que analisa as ações de forças sobre os corpos. (Hall, 2016). Para Amadio et al.

(1999), a Biomecânica é uma disciplina que se ocupa de análises físicas de movimentos do corpo humano. De maneira similar, Adrian e Cooper (1993), compreendem a Biomecânica como o estudo das forças produzidas pelo corpo humano e daquelas que agem sobre ele, resultando no movimento e na deformação dos tecidos. A estática e a dinâmica são dois sub-ramos da mecânica, a estática sendo o estudo dos sistemas em repouso em ou movimento de velocidade constante e a dinâmica como o estudo dos sistemas nos quais a aceleração está presente (Hall, 2016).

1.2 Análise do movimento humano

Análise do movimento humano pode ser tanto quantitativa como qualitativa, a primeira sendo a análise que envolve números e medidas, a segunda, sendo a descrição não numérica das características do movimento. Uma análise completa abrange elementos quantitativos e qualitativos, mas várias informações podem ser obtidas a partir de um olhar puramente qualitativo, sendo a observação visual a abordagem mais comumente utilizada. Essa avaliação deve ser planejada cuidadosamente por um analista, que deve ter um conhecimento de Biomecânica do movimento, pois sem ele, haverá certa dificuldade em identificar fatores que contribuem ou dificultam o desempenho (Hall, 2016).

Na Biomecânica, a ênfase principal está na análise quantitativa, na qual o movimento é analisado numericamente com base em medições durante sua realização, podendo ser descritos com maior precisão e comparados em termos aritméticos com resultados procedentes e subsequentes. Um dos métodos de coletas de dados para uma análise quantitativa é o sistema de vídeo de alta velocidade ou de captura optoeletrônica de movimentos (técnica usada para registrar e analisar movimentos através de sensores que combinam luz e eletrônica), sendo os dados 15 obtidos pela digitalização da fita de vídeo e pelos marcadores de radiação infravermelha no corpo, registrando as posições dos segmentos corporais com referência ao tempo. (Hamill; Knutzen; Derrick, 2016).

No entanto, em um ambiente com pouco ou sem nenhum equipamento para análises do movimento humano, como na escola, a análise qualitativa se mostra uma opção viável, pelo fato de não requerer equipamentos tecnológicos de grande custo (Hay; Reid, 1985). Os modelos de análise qualitativa do movimento humano podem ser classificados em dois tipos: abrangentes e baseados na observação, variando quanto à complexidade, extensão, terminologia e aspectos destacados pelo avaliador. Os modelos abrangentes fornecem o objetivo do movimento, estágios do desenvolvimento motor, preparação para observação, avaliação, diagnóstico das falhas e instrução adequada; já os modelos baseados na observação, concentram-se na etapa da observação (Knudson; Morrison, 2001, apud Melo, 2022).

Hay e Reid (1985), desenvolveram um modelo abrangente composto pelas etapas de: a) desenvolvimento de um modelo biomecânico da habilidade, em forma de diagrama de blocos com o objetivo mecânico e os fatores que produzem ou influenciam o resultado; b) observação do desempenho e identificação das falhas, com uso de todas as informações sensoriais possíveis; c) classificação das falhas por ordem de prioridade, priorizando falhas que proporcionarão o maior aperfeiçoamento possível quando corrigidas, avaliando quais falhas são decorrentes de outras e excluindo estas secundárias; d) instrução ao executante, sendo as orientações e correções feitas pelo professor com o intuito de ajudar o aluno a melhorar seu desempenho.

Uma análise qualitativa efetiva de uma habilidade motora necessita que o analista, seja ele técnico, professor ou médico, compreenda o propósito específico da habilidade a partir de uma perspectiva biomecânica. Diante disso, a primeira etapa de qualquer análise é identificar a questão principal ou questão de interesse, como por exemplo: “por que um jogador de voleibol tem dificuldades de atacar para o outro lado da quadra?”. Durante as observações, novas formulações podem surgir, como: “o que causa inconsistências na tacada de golfe?” Ou ainda “quais mudanças técnicas ocorrem entre os 30 e 40 metros de uma corrida de 100 metros?” (Hall, 2016).

Dessa forma, Hall (2016), considera que as respostas para essas perguntas requerem que o analista foque nos aspectos clínicos do movimento, corrigindo progressivamente o erro do executante. Além disso, o avaliador também deve estar ciente que as habilidades motoras são afetadas pelas

características do executor (idade, gênero, antropometria), assim, fazer com que uma criança em idade escolar realize uma habilidade motora avançada pode ser contraprodutivo, já que crianças mais novas não têm as mesmas capacidades motoras de adultos. Informações sobre o estado emocional do executor e fatores do ambiente ao seu redor podem ser efetivas no processo avaliativo.

1.3 Aspectos normativos do ensino e conteúdos de biomecânica

Na educação física escolar

A Lei nº 9394/96, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, menciona em seu artigo 26:

Art. 26. Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos.

§ 3º A Educação Física, integrada à proposta pedagógica da escola, é componente curricular obrigatório da educação básica, sendo sua prática facultativa ao aluno:

I – que cumpra jornada de trabalho igual ou superior a seis horas;

II – maior de trinta anos de idade;

III – que estiver prestando serviço militar inicial ou que, em situação similar, estiver obrigado à prática da educação física;

IV – amparado pelo Decreto-Lei no 1.044, de 21 de outubro de 1969;

VI – que tenha prole. (Brasil, 1996).

Nesse sentido, a regulamentação da Educação Física como disciplina acadêmica obrigatória na Educação Básica (Ensino Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio) a considera um conteúdo importante na formação do indivíduo e torna dever do Estado criar uma situação favorável para a sua aprendizagem no âmbito escolar (Freitas; Lobo da Costa, 2000).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) constituem um referencial teórico para a educação no Brasil, traçando novo perfil para o currículo e orientando professores quanto ao significado do conhecimento escolar e quanto à interdisciplinaridade (Brasil, 2011). Nos PCN's, a Educação Física é a área do conhecimento que introduz e integra os alunos na cultura corporal de movimento, esta entendida como “uma prática pedagógica que, no âmbito escolar, tematiza formas de atividades expressivas corporais como: jogo, esporte, dança, ginástica, formas estas que configuram uma área de conhecimento que podemos chamar de cultura corporal.” (Coletivo de Autores, 1992, p. 33).

Como já citado neste trabalho, a Biomecânica é o estudo das forças produzidas pelo corpo humano e daquelas que atuam sobre ele. Desta maneira, Freitas e Lobo da Costa (2000), afirmam os conteúdos da Biomecânica podem contribuir para a Educação Física enquanto área de estudo e também enquanto componente curricular, bem como na estruturação de seus conteúdos específicos dentro de uma proposta pedagógica para o ensino.

Ademais, o PCN para a Educação Física cita que o corpo é um organismo integrado e não apenas um amontoado de partes e aparelhos, assim estabelece que:

Para se conhecer o corpo abordam-se os conhecimentos anatômicos, fisiológicos, biomecânicos e bioquímicos que capacitam a análise crítica dos programas de atividade física e o estabelecimento de critérios para julgamento, escolha e realização que regulem as próprias atividades corporais saudáveis, seja no trabalho ou no lazer. São tratados de maneira simplificada, abordando-se apenas os conhecimentos básicos. No ciclo final da escolaridade obrigatória, podem ser ampliados e aprofundados (Brasil, 1997, p. 31).

Por conseguinte, ainda no PCN de Educação Física, é estabelecido que: “os conhecimentos de biomecânica são relacionados à anatomia e contemplam, principalmente, a adequação dos hábitos posturais, como, por exemplo, levantar um peso e equilibrar objetos.” (Brasil, 1997, p 31). Nele, o

conteúdo de Educação Física está dividido em três tópicos: conhecimentos sobre o corpo; esportes, jogos, lutas e ginásticas; atividade rítmicas e expressivas. As referências aos conteúdos de Biomecânica encontram-se em “conhecimentos sobre o corpo”, que fundamentam as práticas corporais dos dois outros blocos.

A concepção dos PCN's sobre Biomecânica está diretamente ligada aos cuidados posturais e à prevenção de maus hábitos motores. Todos os movimentos corporais envolvem conceitos biomecânicos específicos que podem ser destacados pelo professor durante as aulas, chamando atenção dos alunos para essas características (Freitas; Lobo da Costa, 2000).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), homologada em 2018 pelo Ministério da Educação do Brasil, é um documento normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais para os alunos da Educação Básica (Brasil, 2018). A BNCC estabelece as competências específicas e conteúdos a serem ensinados em cada ano, diferentemente do PCN, que é organizado em ciclos de dois anos (Pereira; Pereira, 2018).

Para a BNCC, o ensino e aprendizado sobre o corpo acontece desde a Educação Infantil, com ênfase no campo de experiência “corpo, gestos e movimentos”, até Ensino Fundamental e Médio (Brasil, 2018). Relativo ao corpo, gestos e movimentos, o documento menciona que:

Com o corpo (por meio dos sentidos, gestos, movimentos impulsivos ou intencionais, coordenados ou espontâneos), as crianças, desde cedo, exploram o mundo, o espaço e os objetos do seu entorno, estabelecem relações, expressam-se, brincam e produzem conhecimentos sobre si, sobre o outro, sobre o universo social e cultural, tornando-se, progressivamente, conscientes dessa corporeidade [...]. As crianças **conhecem e reconhecem as sensações e funções de seu corpo** e, com seus **gestos e movimentos**, identificam suas potencialidades e seus limites, desenvolvendo, ao mesmo tempo, a consciência sobre o que é seguro e o que pode ser um risco à sua integridade física. Na Educação Infantil, o corpo das crianças ganha centralidade, pois ele é o partícipe privilegiado das práticas pedagógicas de cuidado físico, orientadas para a emancipação e a liberdade, e não para a submissão [...] (Brasil, 2018, p. 41).

Adiante, no Ensino Fundamental, a Base caracteriza a Educação Física como:

O componente curricular que tematiza as práticas corporais em suas diversas formas de codificação e significação social, entendidas como manifestações das possibilidades expressivas dos sujeitos, produzidas por diversos grupos sociais no decorrer da história. Nessa concepção, o movimento humano está sempre inserido no âmbito da cultura e não se limita a um deslocamento espaço-temporal de um segmento corporal ou de um corpo todo (Brasil, 2018, p. 213).

Ainda nesta etapa, é exposto que o aluno deve “ampliar sua consciência a respeito de seus movimentos e dos recursos para o cuidado de si e dos outros e desenvolver autonomia para apropriação e utilização da cultura corporal de movimento em diversas finalidades humanas” (Brasil, 2018, p. 213). Assim, a BNCC estabelece o movimento corporal como um elemento essencial para as práticas corporais (Brasil, 2018).

Já na etapa do Ensino Médio, é definido que a Educação Física “possibilita aos estudantes explorarem o movimento e a gestualidade em práticas corporais de diferentes grupos culturais e analisar os discursos e os valores associados a elas” 20 (Brasil, 2018, p. 483). A Educação Física no Ensino Médio, por vezes, é vista como um componente curricular de pequena importância, com os estudantes desse nível de ensino sendo limitados a ver as contribuições dela para sua saúde e sua vida. Desse modo, o professor deve demonstrar a aplicabilidade da Biomecânica nos esportes, práticas muito vivenciadas no Ensino Médio, além de evidenciar que a interdisciplinaridade entre a Educação Física e a Física pode servir como forma obter um aprendizado maior nas duas disciplinas, facilitando seus estudos para o vestibular e contribuindo com atividades físicas presentes no seu cotidiano (Freire et al., 2012).

Nesse sentido, por toda a inserção do movimento corporal na escola, principalmente por parte da disciplina de Educação Física, Amadio e Serrão (2004), consideram a Biomecânica um ramo de interações com áreas diversas que se aplica ao estudo da técnica do movimento no contexto das Ciências Esporte e na atividade escolar, com o estudo da eficiência de processos de aprendizagem, adequação de sistemas e equipamentos com feedback pedagógico.

1.4 A importância da biomecânica na formação de professores de Educação física

Historicamente, no Brasil, os conteúdos da Biomecânica eram abordados na disciplina de Cinesiologia, que compunha a estrutura curricular. Atualmente, a Biomecânica é oferecida como disciplina independente e obrigatória na maioria dos cursos de Educação Física pelo país (Amadio; Serrão, 2004). O livro “Natação”, de Maria Lenk, escrito em 1942, descreve de forma analítica os movimentos de nado a fim de esclarecer as dúvidas cuja solução depende do êxito do nadador, apresentando fotografias submersas de sequência do nado borboleta que permitem uma análise detalhada dele. Este foi o primeiro livro, escrito em português, que aplica os conceitos da Biomecânica na análise dos movimentos esportivos (Amadio; Serrão, 2004).

Em 1976, o Prof. Dr. Hartmurt Rhiele ministrou o curso de especialização em Biomecânica do Esporte, na Universidade Federal de Santa Maria, com o objetivo de levar aos alunos a compreensão dos fenômenos mecânicos relacionados ao movimento corporal humano e estabelecer bases para que os futuros especialistas em Biomecânica ministrassem aulas em cursos de formação de professores de Educação Física (Amadio; Serrão, 2004).

No IV Congresso Nacional de Biomecânica, promovido pela Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, ocorre a fundação da Sociedade Brasileira de Biomecânica (SBB), em 1992, consolidando-se como entidade organizada a partir da preocupação das Escolas de Educação Física e do Esporte com o ensino da disciplina de Cinesiologia e/ou Biomecânica (Amadio; Serrão, 2004). Nessa perspectiva, Candotti e Loss (2006), afirmam que houve uma evolução sistemática da Biomecânica no Brasil, tanto em qualidade como em quantidade de pesquisadores, trabalhos, laboratórios e congressos nacionais e internacionais.

Segundo Belmont (2015), o Conselho Federal de Educação apresentou, em 1987, o parecer CFE 215/1987, que reestruturava a graduação de Educação Física dividindo-a em Licenciatura plena e Bacharelado. Posteriormente, em 1998, após várias discussões sobre novas diretrizes curriculares para os cursos de Educação Física, a profissão é regulamentada com a criação do Conselho Federal de Educação Física e dos Conselhos Regionais, conforme a Lei 9696/1998. Dessa forma, os cursos de Licenciatura e Bacharelado passaram a ter currículos próprios, com a designação do licenciado atuando exclusivamente na Educação Básica e o bacharel em todas as outras áreas que não a escolar.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo qualitativo com elaboração de revisão bibliográfica narrativa por meio de pesquisa por artigos, livros, capítulos de livros, trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses com as palavras-chave “aplicabilidade da Biomecânica”, “Biomecânica na graduação”, “Educação Física Escolar”, “professor de Educação Física”, “formação”, “biomecânica e Licenciatura em Educação Física”, “biomecânica na escola”, “biomecânica e ergonomia”, “applicability of Biomechanics”, “Biomechanics at undergraduate level”, “School Physical Education”, “biomechanics at school”, “biomechanics and ergonomics” “ nas bases de dados do Google Acadêmico, SciELO, PubMed, Portal de Periódicos da CAPES, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações e em repositórios digitais institucionais. Os critérios de inclusão são as pesquisas realizadas nos últimos 44 anos, de 1980 a 2024.

Foram selecionados, após a leitura dos resumos, 51 referenciais teóricos encontrados a partir das buscas pelas palavras-chave supracitadas, sendo: 2 teses de doutorado, 1 dissertação de mestrado, 3

livros e 46 artigos científicos. Os referenciais teóricos incluídos foram das línguas portuguesa e inglesa. Após a leitura integral, foram excluídos 23 artigos e 1 livro por entender que eles não possuíam relação específica com o tema proposto por este trabalho. Ao final, foram incluídos 28 referenciais teóricos encontrados nas bases de dados pesquisadas.

Diante do exposto, Corrêa e Freire (2004), consideram que Biomecânica ajuda na visão crítica e consciente do movimento, propondo a análise qualitativa do movimento humano como proposta metodológica a ser explorada nos cursos de Licenciatura em Educação Física, pelo fato da existência de uma aplicação efetiva no cotidiano dos professores desta disciplina escolar.

RESULTADOS

A seguir, serão apresentados os quadros sinópticos de alguns dos referenciais teóricos. Os demais foram abordados na revisão de literatura e/ou na discussão deste trabalho.

Quadro 1: referenciais teóricos sobre aplicabilidade da Biomecânica na Educação Física Escolar e/ou sua importância na formação de professores de Educação Física.

Autor/Data	Objetivos	Principais achados
Belmont, 2015.	Compreender o processo de aprendizagem significativa dos conceitos centrais da Biomecânica por professores de Educação Física que atuam na Educação Básica.	O estudo constatou que o conhecimento dos professores sobre os conceitos biomecânicos melhorou após a conclusão dos cursos, indicando um impacto positivo na compreensão do assunto.
Avelar <i>et al.</i> , (1998).	Traçar uma relação entre a Biomecânica e a maturação do sistema nervoso de crianças.	As crianças utilizam estratégias biomecânicas para manter o equilíbrio. A utilização dessas estratégias mecânicas varia de acordo com a idade das crianças, sendo observada uma diferença na forma como lidam com o equilíbrio durante a atividade.
Apoloni (2015).	Investigar os ajustes posturais e a percepção de esforço durante a marcha com mochila escolar.	Na postura estática, 88,00% dos voluntários apresentaram desvios posturais moderados. 92% dos voluntários perceberam suas mochilas pesadas, 64% sentiram cansaço e 52% relataram que sentiram dores durante ou após o transporte da mochila escolar. Verificou-se que as cargas de 5%, 10%, 15% e 20% promoveram ajustes posturais e alterações na marcha de crianças e adolescentes e que a percepção subjetiva de esforço apresentou relação com tais alterações. O comprimento e velocidade do passo e da passada foram alterados. A amplitude do joelho direito diferiu-se da linha de base na condição 10% e amplitude do tórax esquerdo nas condições 10%, 15% e 20%. O processo de validação do questionário de autopercepção sobre o uso da mochila escolar

		indicou que o instrumento apresenta boa consistência interna ($\geq 0,70$) e reprodutibilidade.
Paraizo; Moraes, (2012).	Investigar a influência do uso de computadores nas escolas na postura das crianças, sob uma perspectiva ergonômica.	Estudo observacional descritivo realizado com 86 crianças com idades entre 8 e 12 anos, estudantes de uma escola privada no Rio de Janeiro. A metodologia contou com aplicação de questionários aos alunos e professores para coletar dados sobre a percepção em relação ao mobiliário escolar e sua influência na postura durante o uso do computador. Avaliação da postura dos alunos durante o uso do computador, possivelmente utilizando métodos de análise visual ou software de posturografia. Avaliação ergonômica utilizando o método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) para identificar possíveis problemas posturais e sugerir melhorias no ambiente escolar. Observações diretas no ambiente da sala de informática para identificar aspectos ergonômicos relevantes, como disposição do mobiliário e condições de iluminação e ventilação.
Niu (2022).	Destacar a importância e o valor da Biomecânica na Educação Física e no treinamento esportivo.	A aplicação da Biomecânica esportiva no ensino de educação física pode melhorar o entusiasmo dos alunos e promover uma atmosfera de "exploração" na sala de aula. O uso de princípios de biomecânica esportiva pode esclarecer a situação real dos alunos que participam de esportes de pista e campo, melhorando assim a compreensão teórica, a capacidade de dominar e aprimorar os movimentos técnicos. A combinação orgânica de conhecimento teórico básico e prática específica pode ajudar os alunos a resolver problemas práticos de treinamento esportivo de forma eficaz e flexível.
Saarni <i>et al.</i> , (2007).	Avaliar a correspondência entre as características físicas das crianças e o mobiliário escolar, com foco na postura e conforto dos alunos durante as atividades escolares.	As cadeiras estavam, em média, 2,5 cm mais altas do que o ideal, enquanto as mesas estavam, em média, 2,1 cm mais baixas do que o ideal. Os participantes passaram cerca de 56% do tempo com as costas flexionadas e/ou rotacionadas, e cerca de 70% do tempo com o pescoço flexionado e/ou rotacionado durante as aulas.
Li <i>et al.</i> , (2023).	Investigar o impacto da utilização de uma mochila com estrutura de decompressão de mola	A mochila com estrutura de decompressão mostrou uma redução significativa na pressão máxima nos ombros ($p = 0,046$) e na cintura ($p = 0,026$) em comparação com a mochila

	<p>helicoidal dupla na biomecânica da coluna lombar de crianças em idade escolar.</p>	<p>tradicional. Foi observado uma distribuição de 45,34% da pressão nos ombros, 46,75% nas costas e 7,91% na cintura pela mochila de estrutura de descompressão, enquanto a mochila tradicional distribuiu 49,94% nos ombros, 40,32% nas costas e 9,73% na região lombar.</p>
<p>Corrêa (2007).</p>	<p>Discutir a estrutura teórica mínima da Biomecânica na graduação e apresentar como é desenvolvida de forma prática no ensino/pesquisa/extensão no Curso de Educação Física.</p>	<p>A aplicação prática dos princípios mínimos de biomecânica tem se mostrado produtiva, levando os alunos a se envolverem mais com a disciplina e a aplicarem os conceitos na prática.</p> <p>A estratégia de incentivar os alunos a buscar respostas em literatura especializada e a realizar análises práticas de movimentos específicos tem levado a uma maior compreensão e aplicação dos conceitos biomecânicos</p> <p>A abordagem prática do ensino de Biomecânica tem contribuído para que mais alunos da Licenciatura procurem a disciplina para seus trabalhos de final de curso, o que era improvável anteriormente.</p>
<p>Barros, Meneghetti e Gonçalves (2021).</p>	<p>Relatar a experiência de elaborar e aplicar a disciplina Eletiva - Biomecânica do Movimento e promover interdisciplinaridade entre Física e Educação Física no Ensino Médio.</p>	<p>Os estudantes relataram que a abordagem interdisciplinar permitiu uma compreensão mais profunda dos conceitos específicos desenvolvidos pelas disciplinas envolvidas na eletiva. A realização de experimentos práticos, como a determinação da velocidade média utilizando filmagens e cálculos, contribuiu para a consolidação do aprendizado. A experiência evidenciou a importância de tornar as aulas mais dinâmicas, prazerosas e significativas, promovendo uma aprendizagem mais eficaz e contextualizada.</p>
<p>Dagnese <i>et al.</i>, (2013).</p>	<p>Apresentar um ponto de vista sobre formas de adaptar conteúdos da Biomecânica ao contexto escolar, por meio de atividades educativas, trazendo exemplos para facilitar a prática do professor de Educação Física.</p>	<p>Destaca a necessidade de qualificação e busca por informações por parte dos professores para a aplicação eficaz da biomecânica na Educação Física Escolar. Apresenta propostas de atividades que têm relação com o conteúdo da Biomecânica e que podem ser aplicadas nos diferentes níveis de ensino da Educação Básica.</p>
<p>Toigo (2006).</p>	<p>Relatar uma experiência de ensino de biomecânica para alunos das séries iniciais do ensino fundamental, com</p>	<p>Verificou-se de um ganho significativo em termos de conhecimentos biomecânicos após as unidades de ensino. Os alunos demonstraram aplicar os conceitos</p>

	foco em atividades práticas e lúdicas que abordam conceitos de anatomia funcional, tecido muscular, forças atuantes no corpo humano e prevenção de lesões ósseas.	aprendidos para melhorar seu desempenho e evitar lesões, baseando-se nos princípios de segurança discutidos nas aulas de biomecânica.
Belmont, Batista e Lemos (2010).	Investigar a utilização do Diagrama de Corpo Livre como recurso de avaliação da aprendizagem significativa da Biomecânica em um curso de Licenciatura em Educação Física	Apesar do avanço no conhecimento dos alunos, a aprendizagem tendeu mais para a aprendizagem mecânica do que para a aprendizagem significativa. Apenas um aluno cumpriu os requisitos necessários para a adequada representação das forças no Diagrama de Corpo Livre, sugerindo que alguns significados do material educativo não foram plenamente captados pelos estudantes. Isso pode indicar que os conceitos não foram aprendidos significativamente, ou seja, relacionados ao conhecimento prévio dos alunos. O estudo ressalta a importância da coresponsabilidade entre professor e alunos no processo educativo, bem como a necessidade de considerar o caráter processual da aprendizagem significativa na condução do ensino e da pesquisa sobre ensino
Geldhof <i>et al.</i> , (2006).	Investigar os efeitos de um programa educacional abrangente de dois anos em crianças do ensino fundamental, com foco no conhecimento da postura das costas e no comportamento postural.	Houve um aumento significativo no conhecimento sobre a postura das costas nas crianças que participaram do programa educacional em comparação com o grupo de controle. As crianças do grupo de intervenção demonstraram um comportamento postural melhorado durante o manuseio de materiais em comparação com o grupo de controle. Houve uma tendência para uma redução nos relatos de dor nas costas em meninos do grupo de intervenção em comparação com o grupo de controle.
Suri, Shojaei e Bazrgari (2019).	Resumir os efeitos de carregar mochilas escolares na biomecânica da coluna e região lombar como um fator de risco para dor lombar em indivíduos jovens.	Foi identificado que a carga da mochila afeta a deformação dos discos lombares, com uma associação positiva entre a carga e a deformação. A prevalência anual relatada de lombalgia varia de 22% a 51% em crianças de 12 a 16 anos, e a condição pode levar a dias perdidos na escola e problemas de sono. O peso carregado em uma mochila tem sido sugerido como um fator patogênico no desenvolvimento da lombalgia em crianças, com uma alta porcentagem de crianças com lombalgia atribuindo sua dor ao uso de mochilas. A carga da mochila pode causar

		alterações na altura da região anterior do L5-S1.
Broglia <i>et al.</i> , (2009).	Caracterizar a localização e magnitude dos impactos sofridos pelos jogadores durante uma temporada de futebol interescolar.	A aceleração linear foi maior em jogadores de linha defensiva e jogadores de habilidade ofensiva, especialmente quando o impacto ocorreu no topo do capacete. A maior aceleração rotacional foi observada em jogadores de linha defensiva e com impactos na parte frontal do capacete. Os impactos com maior magnitude de força e impulso e menor duração ocorreram em jogadores de habilidade ofensiva, linha defensiva, linha ofensiva e jogadores de habilidade defensiva, respectivamente. Impactos na parte superior do capacete resultaram na maior magnitude para essas variáveis. Os atletas de futebol do ensino médio parecem sofrer maiores acelerações após o impacto em comparação com jogadores mais velhos.
Kholodov <i>et al.</i> , (2021).	Identificar as características temporais do modelo de caminhada em crianças saudáveis de 6 a 8 anos de idade.	Os resultados do estudo indicaram que a duração da fase de suporte duplo na perna de suporte esquerda em meninos saudáveis de 6 anos é em média de 0,12 s, enquanto nas meninas é de 0,14 s. Para meninos e meninas saudáveis de 7 anos, a duração dessa fase é a mesma, sendo de 0,14 s. Já para meninos e meninas de 8 anos, a duração é de 0,16 s. Houve um aumento estatisticamente significativo na duração da fase final do passo duplo em meninas de 7 anos em comparação com meninos da mesma idade. As características do modelo foram desenvolvidas com base nos indicadores temporais da caminhada de crianças saudáveis de 6 a 8 anos de idade, estabelecendo limites de confiança para a média populacional com um nível de confiança de 95%
Lobo da Costa e Santiago (2007).	Discutir o papel da disciplina de Biomecânica na formação do licenciado em Educação Física.	Os graduandos foram capazes de realizar procedimentos complexos de laboratório, como o cálculo do centro de massa pelo método segmentar e a reconstrução tridimensional de coordenadas espaciais, sem dificuldades. Através de uma abordagem qualitativa e práticas de laboratório, os alunos demonstraram interesse e motivação, facilitando a compreensão dos conteúdos abordados. Foram apresentados materiais experimentais, como uma rotina em ambiente Matlab para determinar o centro de massa em

		imagens digitais, visando aprimorar o aprendizado dos alunos.
Melo (2022).	Verificar se o conhecimento construído em biomecânica e disponível na literatura especializada para professores de Educação Física apresenta um grau de aplicabilidade suficiente para ser utilizado nos processos pedagógicos da prática educacional em Educação Física Escolar.	O conhecimento produzido em biomecânica e disponível na literatura especializada apresenta um grau de aplicabilidade significativo para ser utilizado nos processos pedagógicos da prática educacional em Educação Física Escolar. A análise dos artigos selecionados revelou que a formalização do estudo do movimento corporal, com foco na técnica esportiva, foi predominante. As intervenções pedagógicas fundamentadas no conhecimento de biomecânica para o ensino de habilidades motoras foram identificadas como relevantes, incluindo a escolha de movimentos corporais, determinação de sequências adequadas, análise dos movimentos e estratégias de correção de erros de execução.

Fonte: Quadro elaborado pelos autores com dados da revisão literária.

DISCUSSÃO

Apesar da aplicabilidade da Biomecânica na Educação Básica e sua importância na formação de professores de Educação Física serem evidentes de acordo com os pesquisadores abordados nesta presente pesquisa, a utilidade da Biomecânica parece nem sempre estar clara para o professor formado ou em formação (Melo, 2022).

Porto *et al.* (2015), consideram que o movimento corporal, por ser algo complexo, requer uma análise calculada em diferentes visões, aplicando uma abordagem holística. Um estudo feito pelos autores sobre a disciplina de Biomecânica na graduação em Educação Física das universidades do estado do Rio de Janeiro mostrou que não existe padronização quanto à carga horária, semestre de oferta e conteúdos abordados. Knudson (2013), destaca que abordagens de ensino ativo dobram a aprendizagem de conceitos de Física e Biomecânica em comparação com a instrução tradicional de palestra e laboratório. Adotar abordagens de ensino eficazes e baseadas em evidências melhoram a compreensão e a aprendizagem de conceitos biomecânicos.

Nesse panorama, Hack, Taffarel e Casagrande (2016), destacam que a disciplina Biomecânica Aplicada à Educação Física foi inserida na grade curricular do curso de Educação Física da Universidade Federal da Bahia 23 anos depois da criação legal do curso. Ainda assim, no período da avaliação institucional do curso, pela Comissão do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), em 2011, foi recomendado pela Comissão que a disciplina deixasse de ser obrigatória para ser optativa. Os docentes se opuseram a tal proposição por reconhecer que o conhecimento da Biomecânica imprescindível na formação de professores. Esses autores também evidenciam o interesse em pesquisas sobre aplicabilidade da Biomecânica na Educação Física Escolar é pequeno, de acordo com poucos trabalhos encontrados sobre a temática no Diretórios de Grupos de Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e em anais do Congresso Brasileiro de Ciências do Esporte (CONBRACE).

Bezerra *et al.* (2013), acreditam que a Biomecânica no âmbito escolar é pouco estudada e aplicada, apesar dos vários grupos de pesquisas relacionados a ela, o foco na escola é pequeno, gerando a dúvida sobre o motivo dessa não interação com a Educação Física Escolar. A causa disso está na formação superior, pois o professor, muitas vezes, não consegue relacionar os conteúdos ensinados em

sala de aula com a prática pedagógica nas aulas de Educação Física Escolar (Bezerra *et al.*, 2013). Nessa perspectiva, os grupos de pesquisa em Biomecânica precisam evoluir para aproximar os conteúdos das pesquisas com a aplicabilidade na escola, fazendo com que o aluno tenha um melhor entendimento até mesmo numa perspectiva interdisciplinar (Bezerra *et al.*, 2013).

A característica multidisciplinar da Biomecânica facilita o diálogo com outros campos do conhecimento, tonando mais prático o processo ensino aprendizagem, relacionando-o com os conhecimentos do cotidiano, possibilitando uma transmissão de conhecimento mais clara e eficaz. (Porto *et al.*, 2015). A própria multidisciplinaridade da Biomecânica é um aspecto favorável para o desenvolvimento dos mais diversos estudos, principalmente aqueles voltados para a aplicabilidade dos conhecimentos gerados, parece lógico que houvesse uma facilidade na sua divulgação para além das fronteiras do país de origem. Todavia, tal lógica parece não se aplicar aos pesquisadores brasileiros, quando comparados com pesquisadores dos países ditos de primeiro mundo. (Candotti; Loss, 2006)

A aplicação da Biomecânica nas aulas de Educação Física não se limita ao esporte, abrangendo também aspectos relacionados à saúde, qualidade de vida e prevenção e lesões. Nesse sentido, recai sobre o professor a responsabilidade da busca por informações e uma formação continuada para abordar os conteúdos biomecânicos de forma teórica e prática na Educação Física Escolar (Dagnese *et al.*, 2013). De maneira similar, Porto *et al.* (2015), apontam que a comunicação entre os conteúdos ditos “pedagógicos” e os conteúdos de “saúde” contribuem para um ensino de maior qualidade e uma atuação profissional mais coerente e efetiva, implicando em um processo de ensino-aprendizagem no qual o conhecimento foi apresentado, refletido e criticado e não meramente apreendido e repetido.

Da forma que são apresentados pelos PCN, os conteúdos biomecânicos não parecem suficientemente esclarecidos sobre como podem ser colocados em prática de forma coerente e eficiente no contexto escolar. Ademais, ainda com base no exposto pelos PCN, uma visão limitada da Biomecânica, ligando-a sempre à correção postural e análise quantitativa de movimento, dificulta o entendimento da sua real função na escola, contribuindo para a falta de interações entre a Biomecânica e Educação Física Escolar (Freitas; Lobo da Costa, 2000).

Amadio e Serrão (2004), consideram a Biomecânica importante nos cursos de graduação e pós-graduação, evidenciando a relevância dos conhecimentos que essa disciplina oferece para a capacitação acadêmica e científica de profissionais de Educação Física e Esporte. Também reconhecem a evolução da disciplina na pesquisa científica, mas ressaltam que a aplicabilidade na prática da profissão ainda é limitada em comparação com outras disciplinas acadêmicas.

Vilas-Boas (2001), discute sobre a importância da disciplina de Biomecânica, meios e potenciais para a intervenção biomecânica, os desafios no seu ensino e a necessidade de uma abordagem didática. Para este autor, parece existir uma abstração teórica da Matemática e Física envolvidas nas dificuldades dos estudantes em acompanhar os conteúdos da disciplina de Biomecânica, como também dificuldades na leitura de artigos e pesquisas da atrelados aos conteúdos da disciplina.

A carga transportada em mochilas escolares pode afetar a biomecânica da marcha e alterar ativação dos músculos do tronco e membros inferiores, levando a alterações no padrão de movimento e postura. Ademais, crianças que carregam mochilas pesadas estão em maior risco de desenvolver problemas de coluna e postura. O limite de carga considerado seguro (10%), ainda promove alterações no passo e passada, amplitude do joelho e ombro. As alterações cinemáticas no uso de mochilas pesadas levam a uma sobrecarga na região lombar, podendo estar associada ao desenvolvimento de lombalgia. Não obstante, mochilas ergonômicas reduzem o estresse na região lombar, diminuindo a dor e preservando a saúde da coluna vertebral (Genitrini *et al.*, 2022; Apoloni, 2015; Suri, Shojaei, Bazrgari, 2019; Li *et al.*, 2023).

Conforme apresentado pelos estudos desta revisão na presente pesquisa, apesar de possíveis inconsistências nos currículos das Instituições de Ensino Superior em Educação Física, a Biomecânica é considerada uma disciplina útil para os professores que atuam tanto dentro quanto fora da escola. O professor de educação Física deve buscar, em sua formação inicial e continuada, um interesse maior no aprendizado, pesquisa, ensino e na aplicabilidade desta disciplina tão importante no nível superior como também nas aulas de Educação Física na Educação Básica. .

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da análise dos artigos que abordam a aplicabilidade e importância da Biomecânica na Educação Física Escolar e/ou sua importância como disciplina acadêmica nos cursos de Licenciatura em Educação Física, observou-se que a maioria dos autores evidenciaram formas de aplicar os conteúdos Biomecânicos na prática pedagógica de Educação Física Escolar e destacaram a importância da sua presença na grade curricular da graduação.

Todos os estudos analisados consideram os conteúdos biomecânicos essenciais para a formação dos profissionais que lidam com o movimento humano. Após a divisão das habilitações de Educação Física em Licenciatura e Bacharelado, essa consideração ainda se mostra verdadeira na Licenciatura, apesar de alguns graduandos e até professores não perceberem.

Concluímos que a utilização da Biomecânica nas aulas de Educação Física mostra-se uma ferramenta eficaz para a aplicação dos conhecimentos e novos processos de intervenção do professor, como novas experiências com os conteúdos da Educação Física Escolar para os alunos, contribuindo para um aprendizado mais ampliado em diferentes dimensões.

REFERÊNCIAS

ADRIAN, M. J.; COOPER, J. M. *The biomechanics of human movement*. Indianapolis: Benchman Press, 1993.

AMADIO, A. C. et al. Introdução à análise do movimento humano -descrição e aplicação dos métodos biomecânicos de medição. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 41-54, 1999. Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5462886/mod_resource/content/1/artigo1_aula1.pdf>.

Acesso em: 05/05/2024.

AMADIO, A.C.; SERRÃO, J. C. Biomecânica: trajetória e consolidação de uma disciplina acadêmica. *Revista Paulista de Educação Física*. São Paulo, v. 18, n. esp., p. 45-54, 2004. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/001434529>> Acesso em: 07/05/2024.

APOLONI, B. F. *Ajustes posturais e percepção de esforço durante a marcha com mochila escolar*. 2015. 111 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação Associado em Educação Física, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2015. Disponível em: <<http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/2172>> Acesso em: 05/05/2024.

AVELAR, I. S. et al. Importância da biomecânica para o professor de educação física: observando uma brincadeira infantil. *Pensar A Prática*, [s. l], v. 3, n. 1, p. 106-110, jun. 1998. <<https://doi.org/10.5216/rpp.v3i0.34>>

BARROS, R. G.; MENEGHETTI, L.; GONÇALVES, K. O. Biomecânica do movimento: conceitos aplicados na prática. *Revista Científica Multidisciplinar: Revista Científica Multidisciplinar*, São Paulo, v. 2, n. 8, p. 1-12, set. 2021. <<https://doi.org/10.47820/recima21.v2i8.654>>

BELMONT, R. J. *A aprendizagem significativa da biomecânica e da análise qualitativa do movimento por professores de Educação Física*. 2015. 263 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/13178>> Acesso em: 06/05/2024

BELMONT, R. S.; BATISTA, L. A.; LEMOS, E. S. O Diagrama de Corpo Livre como recurso de avaliação da aprendizagem significativa da Biomecânica em um curso de Licenciatura em Educação Física. *Revista Electrónica de Investigación En Educación En Ciencias*, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 71-86, 2010.

Disponível em: < <http://www.scielo.org.ar/img/revistas/reiec/v6n1/html/v6n1a07.htm>> Acesso em: 08/05/2024

BEZERRA, E. S. et al. BIOMECÂNICA NA EDUCAÇÃO FÍSICA ESCOLAR: QUAL A PROBLEMÁTICA ATUAL? *Educação Física e Esporte- Traço de União Entre A Universidade Federal do Amazonas*, Manaus, v. 1, n. 1, p. 1-16, set. 2013. Disponível em: < <https://www.efdeportes.com/efd184/biomecanica-na-educacao-fisica-escolar.htm>> Acesso em: 08/05/2024

BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. *Resolução nº 6, de 18 de dezembro de 2018*. Brasília: MEC, 2018b.

BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. LDB - *Lei nº 9394/96*, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Educação Física*. Ministério da Educação e do Desporto: Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, 1997.

BROGLIO, S. P. et al. Head Impacts During High School Football: A Biomechanical Assessment. *Journal Of Athletic Training*, Illinois, p. 342-349, 2009.
< <https://doi.org/10.4085/1062-6050-44.4.342>>

CANDOTTI, C. T.; LOSS, J. F. A PRODUÇÃO CIENTÍFICA BRASILEIRA NA ÁREA DE BIOMECÂNICA. *Rev. Bras. Cienc. Esporte: Rev. Bras. Cienc. Esporte*, Campinas, v. 28, n. 1, p. 121-129, set. 2006. Disponível em: < <https://www.redalyc.org/pdf/4013/401338527008.pdf>> Acesso em: 09/05/2024

COLETIVO DE AUTORES. *Metodologia do Ensino da Educação Física*. São Paulo: Cortez, 1992.

CORRÊA, S. C. Biomecânica na graduação: resultados da biomecânica na graduação: resultados da aplicação prática dos princípios mínimos. Aplicação prática dos princípios mínimos. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*, [s. l], v. 2, n. 6, p. 171-177, jun. 2007. Disponível em: < <https://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/remef/article/view/1272/976>> Acesso em: 09/05/2024

CORRÊA, S.N; FREIRE, E.S. Biomecânica e Educação Física Escolar: possibilidades de aproximação. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*. São Paulo, v. 3. 2004. Disponível em: < <https://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/remef/article/view/1324>> Acesso em: 09/05/2024

DAGNESE F, ROCHA ES, KUNZLER MR, CARPES FP. A Biomecânica na Educação Física Escolar: adaptação e aplicabilidade. *R. bras. Ci. e Mov* 2013. < <https://doi.org/10.18511/rbcm.v21i3.3709>>

FREIRE, E. S. et al. *Conhecimento Construído em Parcerias: desafios na Educação Física*. Rio de Janeiro: Bookmakers, 2012. 262 p.

FREITAS, F. F.; LOBO DA COSTA, P. H. O conteúdo biomecânico na Educação Física Escolar: uma análise a partir dos Parâmetros Curriculares Nacionais. *Revista Paulista de Educação Física*. São Paulo, v. 14. 2000. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/paula-lobo-da-costa/publication/266566547_o_conteudo_biomecanico_na_educacao_fisica_escolar_uma_analise_a_partir_dos_parametros_curriculares_nacionais/links/54c8dc100cf22d626a3a5033/o-conteudo-biomecanico-na-educacao-fisica-escolar-uma-analise-a-partir-dos-parametros-curriculares-nacionais.pdf> Acesso em: 10/05/2024

GELDHOF, E. et al. Effects of a Two-School-Year Multifactorial Back Education Program in Elementary Schoolchildren. *Spine*, [s. l], v. 31, n. 17, p. 1965-1973, 2006. < DOI: 10.1097/01.brs.0000228722.12968.d2 >

GENITRINI, M. et al. Impact of Backpacks on Ergonomics: Biomechanical and Physiological Effects: A Narrative Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, [s. l], p. 1-19, 2022. < <https://doi.org/10.3390/ijerph19116737> >

HACK, C.; TAFFAREL, C. N. Z.; CASAGRANDE, N. Biomecânica aplicada à educação física: componente curricular na formação de professores. *Revista de Educação Física da UFRGS*, Porto Alegre, v. 22, n. 3, p. 957-960, jul. 2016. < <https://doi.org/10.22456/1982-8918.62712> >

HALL, S. *Biomecânica Básica*. 7. Ed. Rio de Janeiro. Guanabara Koogon, 2016.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M.; DERRICK T. R. *Bases Biomecânicas do movimento humano*. 4. ed. São Paulo: Manole: 2016.

HAY, J. G; REID, J. G. *As bases Anatômicas e Mecânicas do Movimento Humano*. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1985.

KHOLODOV, S. et al. Model biomechanical characteristics of child's walking during primary school age. *Journal Of Physical Education And Sport*, [s. l], v. 21, n. 5, p. 2857-2863, 2021. < DOI:10.7752/jpes.2021.s5380 >

KNUDSON, Duane. Physics and Biomechanics education research: improving learning of Biomechanical concepts. In: *ISBS-Conference Proceedings Archive*. San Marcos: Texas State University, 2013. Disponível em: < <https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/5525> > Acesso em: 12/05/2024

LI, F. et al. Effect of a Double Helical Spring Decompression Structure Backpack on the Lumbar Spine Biomechanics of School-Age Children: A Finite Element Study. *Molecular & Cellular Biomechanics*, Ningbo, v. 20, n. 1, p. 1-13, 2023. Disponível em: < <https://ojs.sin-chn.com/index.php/mcb/article/view/54> > Acesso em: 12/05/2024

LOBO DA COSTA, P. H.; SANTIAGO, P. R. Fundamentos de Biomecânica: uma experiência de ensino na Licenciatura em Educação Física. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*, São Carlos, v. 6, n. 2, p. 12-131, 2007. Disponível em: < <https://editorarevistas.mackenzie.br/index.php/remef/article/view/1263> > Acesso em: 13/05/2024

MELO, R. F. *Grau de aplicabilidade do conhecimento produzido em Biomecânica nos processos pedagógicos das aulas práticas De Educação Física Escolar*. 2022. 143 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências do Exercício e do Esporte, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: < <http://www.bdt.uerj.br/handle/1/18465> > Acesso em: 13/05/2024

NIU, X. Application Analysis of Sports Biomechanics in Physical Education and Training. *International Journal Of Trend In Research And Development*, Xian, v. 9, n. 6, p. 25-28, 2022. Disponível em: < <https://www.ijtrd.com/papers/IJTRD25481.pdf> > Acesso em: 11/05/2024

PARAIZO, C.; MORAES, A. An ergonomic study on the biomechanical consequences in children, generated by the use of computers at school. *Work*, Rio de Janeiro, p. 857-862, 2012. < DOI:10.3233/WOR-2012-0254-857 >

PEREIRA, J. P.; PEREIRA, J. P. O currículo e a aprendizagem: uma análise comparativa entre a BNCC e o PCN no eixo de números e operações dos anos finais do Ensino Fundamental. In: *V Congresso Nacional de Educação*. Recife, p. 1-8, 2018.

PORTO, F. et al. A Biomecânica como disciplina transversal na formação de professores de Educação Física. *Revista CPAQV – Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida*, [s. l], v. 7, n. 3, p. 1-9, 2015. < DOI: <https://doi.org/10.36692/90>>

RIZAL. R. M. Physical education teacher's comprehension of the principles of biomechanics and its application in learning. *Advances in Health Sciences Research*, Paris: Atlantis Press, v. 21, p. 111-114, 2020. <<https://doi.org/10.2991/ahsr.k.200214.031>>

SAARNI, L. et al. Are the desks and chairs at school appropriate? *Ergonomics*, Virgínia, v. 50, n. 10, p. 1561-1570, 2007. < <https://doi.org/10.1080/00140130701587368>>

SURI, C.; SHOJAEI, I.; BAZRGARI, B. Effects of School Backpacks on Spine Biomechanics During Daily Activities: A Narrative Review of Literature. *Human Factors And Ergonomics Society*, Lexington, p. 1-10, 2019. <<https://doi.org/10.1177/0018720819858792>>

TOIGO, A. M. Ensinando biomecânica nas séries iniciais do ensino fundamental: um relato de experiência. *Experiências em Ensino de Ciências*, Canoas, v. 1, n.3, p. 58-66, 2006. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/public/eenci/artigos/Artigo_ID27/pdf/2006_1_3_27.pdf> Acesso em: 15/05/2024

VILAS-BOAS, J. P. Biomecânica hoje: enquadramento, perspectivas didáticas e facilidades laboratoriais. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, Porto, v. 1, n. 1, p. 48-56, 2001. < <https://doi.org/10.5628/rpcd.01.01.48>>

VILELA JUNIOR, G. B. Considerações epistemológicas sobre a biomecânica. *Revista CPAQV*. 2010. < <https://doi.org/10.36692/28>>

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Autora 1 – Administração do Projeto, Coleta de dados, Investigação, participação ativa na análise dos dados, Metodologia, Primeira versão.

Autor 2 – Coordenador do projeto, Supervisão, análise dos dados e escrita do texto, revisão da escrita final, Validação e Visualização.

Autor 3 – Análise Formal, Conceituação, análise da escrita do texto e revisão da escrita final, Formatação.

Autor 4 – Metodologia, Coleta de dados, análise dos dados e escrita do texto.

Autor 5 – Coordenador do projeto, Supervisão, Coleta de dados, análise dos dados e escrita do texto, Validação e Visualização.

DECLARAÇÃO DE CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram que não há conflito de interesse com o presente artigo.

Este preprint foi submetido sob as seguintes condições:

- Os autores declaram que estão cientes que são os únicos responsáveis pelo conteúdo do preprint e que o depósito no SciELO Preprints não significa nenhum compromisso de parte do SciELO, exceto sua preservação e disseminação.
- Os autores declaram que os necessários Termos de Consentimento Livre e Esclarecido de participantes ou pacientes na pesquisa foram obtidos e estão descritos no manuscrito, quando aplicável.
- Os autores declaram que a elaboração do manuscrito seguiu as normas éticas de comunicação científica.
- Os autores declaram que os dados, aplicativos e outros conteúdos subjacentes ao manuscrito estão referenciados.
- O manuscrito depositado está no formato PDF.
- Os autores declaram que a pesquisa que deu origem ao manuscrito seguiu as boas práticas éticas e que as necessárias aprovações de comitês de ética de pesquisa, quando aplicável, estão descritas no manuscrito.
- Os autores declaram que uma vez que um manuscrito é postado no servidor SciELO Preprints, o mesmo só poderá ser retirado mediante pedido à Secretaria Editorial do SciELO Preprints, que afixará um aviso de retratação no seu lugar.
- Os autores concordam que o manuscrito aprovado será disponibilizado sob licença [Creative Commons CC-BY](#).
- O autor submissor declara que as contribuições de todos os autores e declaração de conflito de interesses estão incluídas de maneira explícita e em seções específicas do manuscrito.
- Os autores declaram que o manuscrito não foi depositado e/ou disponibilizado previamente em outro servidor de preprints ou publicado em um periódico.
- Caso o manuscrito esteja em processo de avaliação ou sendo preparado para publicação mas ainda não publicado por um periódico, os autores declaram que receberam autorização do periódico para realizar este depósito.
- O autor submissor declara que todos os autores do manuscrito concordam com a submissão ao SciELO Preprints.