



### Conceptual and epistemological aspects about biomechanics

Cristiano Moreira da Silva Lopes; Jean Marlon Machado; Otávio Joaquim Baratto de Azevedo  
Maria José Moreira da Silva; Caroline Ruschel; Rudney da Silva

ISSN: 2178-7514

Vol. 16 | N.º. 1 | Ano 2024

---

#### RESUMO

A biomecânica pode ser compreendida como área científica que aplica a mecânica na análise de organismos vivos. Apesar de contemplar diferentes áreas do conhecimento, na Educação Física seu objeto de estudo está relacionado à produção motora e aos movimentos corporais. A prática da biomecânica se baseia em evidências científicas, observando fenômenos, gerando e testando hipóteses que permitem conhecer determinadas propriedades físicas e biológicas envolvidas no movimento humano. As discussões epistemológicas relacionadas à sua prática científica podem promover entendimentos aprofundados acerca de desafios contemporâneos em diferentes aspectos, da saúde ao desempenho ocupacional ou esportivo. Este artigo objetiva refletir sobre o fazer da biomecânica e o desenvolvimento dos conhecimentos biomecânicos, analisando as influências que formam o “saber biomecânico”, seu status enquanto área de conhecimento e alguns direcionamentos futuros. Influenciada pela mecânica clássica e abordagens empírico-analíticas, a complexidade de seu objeto de estudo instiga seus desenvolvedores a buscarem perspectivas interdisciplinares e compreensões amplas acerca dos diferentes fatores biopsicossociais. Conclui-se que a biomecânica está em constante transformação por aqueles que recebem o status de “sujeitos biomecânicos”, que por meio de diferentes abordagens técnico-metodológico-epistêmicas elaboram esse saber a partir de diversas perspectivas, principalmente, mecanicistas, biológicas e filosóficas.

**Palavras-chave:** Biomecânica; Epistemologia; Interdisciplinaridade; Conhecimento; Educação Física

---

#### ABSTRACT

Biomechanics as an area of knowledge applies mechanics in the analysis of living organisms. In Physical Education, its object of study is motor production and body movements. Its practice is based on scientific evidence, observing phenomena, generating hypotheses and testing them through the scientific method. Epistemological discussions related to scientific practice in biomechanics promote in-depth understandings about contemporaneous challenges of this knowledge. The aim of this paper is to reflect the practice of biomechanics and the development of this knowledge, analyzing the influences that form the “biomechanical knowledge”, its status as an area of knowledge and future directions. Influenced by classical mechanics and positivist approach, the complexity of its object of study encourages its developers to seek interdisciplinary approaches and broader understandings of different biopsychosocial factors. It concludes that biomechanics as a field of knowledge is in constant transformation by those who receive the status of “biomechanical subjects” and through different technical-methodological-epistemic techniques, elaborate this knowledge from different perspectives, mechanistic, biological, or philosophical.

**Keywords:** Biomechanics; Epistemology; Interdisciplinarity; Knowledge; Physical Education

---

1 Universidade do Estado de Santa Catarina – CEFID/UEDESC, Brasil  
2 Centro Universitário UniDom Bosco, Brasil

#### Autor de correspondência

Cristiano Moreira da Silva Lopes  
cristianomslopes@gmail.com

DOI: [10.36692/V16N1-33R](https://doi.org/10.36692/V16N1-33R)

## INTRODUÇÃO

A biomecânica pode ser compreendida como um campo interdisciplinar que combina os princípios da mecânica com as ciências biológicas para estudar o movimento e a estrutura dos organismos vivos<sup>(1)</sup> Compreensões e discussões epistemológicas relacionadas à prática científica em biomecânica podem promover entendimentos adequados acerca de seus desafios contemporâneos e os caminhos a serem seguidos por esta área científica. Para Vilela Junior<sup>(2)</sup> discutir paradigmas metodológicos é relevante, uma vez que são os principais guias da problemática metodológico-epistêmica que permeiam a biomecânica.

Como área científica, a biomecânica se estabelece como disciplina acadêmica por possuir objeto de estudo e formar seu conhecimento por meio de métodos científicos rigorosos<sup>(3,4)</sup>. Os conhecimentos biomecânicos são formados através de uma forte influência da corrente empírico-analítica, ou simplesmente positivista, que se encontra consolidada nas práticas científicas de diversas áreas, inclusive, na educação física<sup>(5)</sup>. Além disto, se extrapolarmos as bases positivas e tentarmos aproximar outras correntes epistemológicas, como um olhar arqueológico à biomecânica, poderemos analisar suas características e refletir sobre diferentes aspectos, como por exemplo: Quais os signos que estão presentes e que atravessam suas formações conceituais? De que forma estes

conceitos se relacionam, formam enunciados e interagem formando diferentes discursos? Quais as influências que fomentaram determinados discursos, alguns que se consolidaram e outros não?<sup>(6,7)</sup>

Mesmo enfrentando críticas sobre a predominância do positivismo, o emprego da mecânica permitiu compreensões mais abrangentes sobre o aparelho locomotor humano, além de contribuir para consensos acerca do desempenho mecânico humano, tanto em condições saudáveis como em condições patológicas<sup>(8)</sup>.

Considerando que o objeto de estudo da biomecânica humana é o movimento corporal, seu lado biológico e humano tornam-no algo mais complexo e remetem à necessidade de diferentes abordagens para sua análise<sup>(9)</sup>. Como saber, a biomecânica utiliza de diferentes áreas para formar seu conhecimento e ultrapassa os limites da mecânica clássica e seu rígido determinismo, promovendo assim a necessidade de diferentes olhares filosóficos e de diferentes tendências epistemológicas, recorrendo a novas teorias da mecânica não-linear para chegar a soluções mais satisfatórias em relação ao entendimento do movimento humano<sup>(10,11)</sup>

Segundo Abrantes<sup>(12)</sup>, podemos considerar o conhecimento biomecânico autônomo, visto que tem objeto de estudo próprio e desenvolve suas próprias metodologias. Entretanto, sua formulação seria complexa porque, quer seu objeto de estudo quer as suas metodologias, não

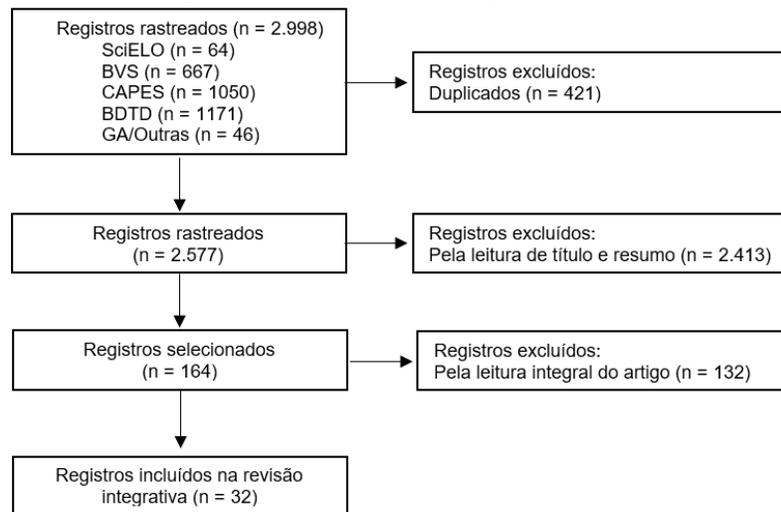
existiriam sem a interdisciplinaridade entre os vários campos de conhecimentos<sup>(12)</sup>. Para Vilela Junior<sup>(11)</sup>, à medida que a biomecânica aprimora técnicas nos estudos do movimento corporal, inúmeros problemas teórico-metodológicos surgem. Lewis<sup>(13)</sup>, considera inaceitável avaliar e gerenciar as condições musculoesqueléticas apenas por uma perspectiva biomecânica, sendo necessário considerar todos os fatores biopsicossociais, ambientais e de estilo de vida relevantes na elaboração de respostas teórico-práticas.

Considerando o contexto da biomecânica, no que diz respeito às suas contribuições à construção de conhecimentos científicos, não devemos negar seus avanços, sua capacidade de resolver problemas da sociedade moderna e tampouco as suas contribuições na compreensão do movimento humano relacionados à saúde e ao desempenho, em especial, diante do estilo de vida contemporâneo. Contudo, as reflexões epistemológicas são necessárias para manter a contínua indagação inerente à ciência e para nortear rumos de seus processos na atualidade. Tendo em vista a ideia de que o conhecimento científico é provisório e jamais acabado ou definitivo<sup>(14)</sup>, este artigo objetivou refletir sobre o fazer biomecânica e discutir o desenvolvimento dos conhecimentos que abrangem esta área, analisando as influências que permearam o que hoje forma o “saber biomecânico” através de considerações sobre sua epistemologia, seu status, enquanto área de conhecimento, e direcionamentos futuros.

## MÉTODO

Para a realização deste estudo, que é do tipo revisão integrativa, foram seguidas as recomendações de Whitemore e Knafl<sup>(15)</sup>. A estratégia de busca envolveu os seguintes descritores e operadores booleanos: (biomecânica) AND (epistemologia OR (ciência) OR (conhecimento)). As buscas foram realizadas primariamente nas bases de dados Scientific Electronic Library Online (SciELO), Biblioteca Virtual da Saúde (BVS), Portal de Periódicos Capes (CAPES) e Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD). Já as buscas secundárias foram realizadas manualmente na literatura cinza (Google Acadêmico – GA) e na seção de referências de todos os documentos que foram considerados elegíveis (Outras). Não foram utilizados nenhum tipo de filtro e nenhuma delimitação temporal nos resultados das buscas. Foram incluídos, nesta revisão, documentos que pudessem contribuir para a discussão proposta acerca de aspectos conceituais e epistêmicos sobre biomecânica. A seleção dos documentos foi realizada inicialmente a partir da leitura dos títulos e resumos e posteriormente pela análise na íntegra. Em ambas as etapas, dois avaliadores independentes (CMSL e JMM) selecionaram os estudos. Os conflitos foram decididos por um terceiro avaliador (OJBA).

A busca resultou em um total de 2998 documentos. Após as etapas indicadas no fluxograma da Figura 1, 32 documentos foram incluídos na revisão.

**Figura 1 – Fluxograma de elegibilidade dos documentos.**

Fonte: Autoria própria (2023).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### EPISTEMOLOGIA E BIOMECÂNICA

Tesser <sup>(14)</sup> considera a epistemologia como “o estudo metódico e reflexivo do saber, de sua organização, de sua formação, de seu desenvolvimento, de seu funcionamento e de seus produtos intelectuais” <sup>(14)</sup>, portanto, o estudo do conhecimento. As concepções epistemológicas dão suporte às metodologias de ensino e aprendizagem, e à formação do professor <sup>(16)</sup>. Rezende, <sup>(16)</sup> destacam a relevância de integrar elementos das obras dos epistemólogos contemporâneos à pesquisa em educação e em ciências visando incorporar tais elementos ao processo de ensino-aprendizagem em ciências, permitindo que tanto educadores quanto alunos adquiram conhecimento das teorias subjacentes ao funcionamento da ciência, com o propósito de facilitar a compreensão dos conceitos científicos <sup>(16)</sup>.

Ao se referir à biomecânica, Abrantes <sup>(12)</sup> afirma que estamos perante uma disciplina que se constrói a partir de divisões e recompilações de especialidades já maduras, ou seja, sua matriz disciplinar é resultado de um conjunto de valores que variam de uma época para outra, podendo ser aceitos num determinado momento e refutados em outro. Segundo o autor, a biomecânica não é resultado de um corte epistemológico bem localizado em um autor ou em uma época. Em 2010, para Vilela Junior <sup>(11)</sup> se fazia necessário ampliar o debate acerca de como a biomecânica forma, organiza, desenvolve e reflete os seus produtos intelectuais, uma vez que os biomecânicos eram chamados de ingênuos ao “reduzirem a complexidade do humano a um conjunto de equações e gráficos”. Em 2001, Batista <sup>(17)</sup> afirmou que a biomecânica ainda era muito jovem e imatura, isto porque, segundo o autor, ela vinha se preocupando e se ocupando, principalmente, com o esporte de alto rendimento

mesmo tendo plena capacidade de expandir seu olhar para outros setores. Ainda que atualmente o esporte de alto rendimento continue sendo objeto de investigação em inúmeros estudos, análises biomecânicas são amplamente empregadas em estudos acerca do comportamento motor de populações não atléticas, com ou sem algum sintoma/disfunção.

### **UM OLHAR ARQUEOLÓGICO PARA A BIOMECÂNICA**

Ainda que conscientes da hegemonia do conhecimento positivo na biomecânica, pode-se introduzir uma tentativa de contemplar diferentes olhares, e assim, com base em Japiassu<sup>(10)</sup> pode-se apontar que “(...) Enquanto epistemologia, a “arqueologia” de Foucault pode-se colocar sob o patrocínio da filosofia do conceito, pois sua teoria da episteme outra coisa não é, como ele próprio reconhece, senão a teoria de um sistema.” Para o autor, Foucault chega ao conceito de episteme por uma abordagem arqueológica, através da, “busca das gêneses ideais da época clássica”<sup>(10)</sup>. Ternes<sup>(7)</sup> ao analisar o trabalho desenvolvido por Foucault, compreende que o objeto por ele estudado, não era a ciência ou algum saber em particular, mas o solo a partir do qual determinadas coisas podem ser ditas, certos discursos podem aflorar e outros não. Foucault<sup>(6)</sup>, em seu livro “A arqueologia do saber”, ao analisar as formações discursivas e das modalidades enunciativas, questiona, quem são os sujeitos falantes; o tipo de linguagem falada por estes sujeitos; quais as razões para este tipo de

linguagem; quais as singularidades que garantem sua presunção de verdade; o que qualifica alguém a proferir semelhante discurso e as relações que esses discursos e sujeitos tem com outras áreas e com a sociedade.

Trazendo estes aspectos arqueológicos para a área da biomecânica, seria possível analisar como os diferentes discursos foram enunciados, de acordo com quais perspectivas, quais foram suas influências, e de que forma o conhecimento em biomecânica foi organizado, desenvolvido e proferido. O fazer biomecânica, seu valor, sua eficácia, seu desenvolvimento e sua perpetuação estão vinculados aos sujeitos que recebem um status e assim tem o direito de articulá-lo, reivindicar seus saberes e elaborar novos enunciados, em um continuum progressivo de construção de conhecimentos e desenvolvimento da área. Nessa linha, o autor Vilela Junior<sup>(11)</sup> questiona, para além da perspectiva de geração de saberes, a serviço de quem é feita a ciência, quais as relações de força e poder que se estabelecem no fazer ciência e quais seriam os problemas de ordem metodológica e epistêmica que os pesquisadores do movimento humano encontram.

Abrantes<sup>(12)</sup> sugere que assim como cada ciência enfrenta desafios específicos relacionados à sua estrutura epistemológica, a biomecânica também se depara com questões semelhantes. Essas questões dizem respeito à definição de seu objeto de estudo, incluindo a formulação das características de autonomia, bem como ao desenvolvimento de uma prática própria para a

disciplina. O autor argumenta que as Ciências do Homem estavam atrasadas em termos de experimentação porque tendiam a intuir e deduzir, mas sem um quadro lógico matemático<sup>(12)</sup>. Ainda segundo ele, no desenvolvimento integrado de diferentes saberes, a biomecânica constrói um conhecimento próprio, conceitual e operacional. Sendo este conjunto, portanto, “base para uma práxis própria de desenvolvimento de metodologias adaptadas, como área de estudo por excelência dos ‘biomecânicos’”<sup>(12)</sup>.

Na biomecânica, assim como em diversas outras áreas, a produção científica é estimulada por processos institucionais de avaliação de desempenho de recursos humanos. A produção de conhecimento em maior quantidade e a busca por periódicos com melhores classificações se torna prioridade para que professores e alunos tenham bolsas, promoções, financiamentos e vagas, boas colocações em concursos. Como resultado, os rumos da produção científica são influenciados. Para além dos avanços e do conhecimento científico produzido na área da biomecânica, as reflexões epistemológicas necessitam de aprofundamento, para nortear os rumos do processo científico dessa ciência, incluindo formas de concebê-la, seus conceitos, sua formação, organização, interpretação e aplicação de seus saberes.

## O CONSTRUIR DO CONHECIMENTO EM BIOMECÂNICA

A biomecânica ocupa-se da análise das estruturas biológicas, dos sistemas vivos, a partir de uma perspectiva mecânica<sup>(1,18)</sup>. Hall<sup>(1)</sup> define a biomecânica como a ciência que estuda os aspectos mecânicos de organismos vivos. Hamill, Knutzen e Derrick<sup>(19)</sup> a definem como o estudo das estruturas e das funções dos sistemas biológicos por meio de métodos da biomecânica. Ainda, Hamill, Knutzen e Derrick<sup>(19)</sup> apontam para a definição proposta pela European Society of Biomechanics, segundo a qual biomecânica seria “o estudo das forças atuantes e geradas no interior do corpo e dos efeitos dessas forças nos tecidos, fluidos ou materiais utilizados no diagnóstico, tratamento ou pesquisa”. Compreende-se assim que, de forma geral, os conteúdos da biomecânica são extraídos e derivam da física mecânica.

A mecânica é uma área da física que consiste no estudo do movimento e do efeito das forças incidentes em um objeto, que fornece instrumentos para a análise da resistência das estruturas e modos de prever e medir o movimento<sup>(19)</sup>. Segundo Hamill, Knutzen e Derrick<sup>(19)</sup>, a apropriação dos instrumentos da mecânica e sua aplicação em organismos vivos foi uma transição natural. Avanços recentes na biologia molecular e em outros campos que nasceram dela, como a genômica e a proteômica, têm levado a uma compreensão dos sistemas biológicos como redes informacionais complexas, que demandam, para sua compreensão, a adoção

de uma perspectiva sistêmica. A complexidade e a subjetividade de um organismo vivo demanda um olhar não mecanicista sobre ele e assim, na biomecânica, a subjetividade se faz presente ao estudarmos o movimento humano<sup>(20)</sup>. Isso nos leva a pensar de que forma esse olhar biológico sobre os organismos e suas complexidades afetam a maneira que se faz e discute biomecânica e, uma vez que ela estuda o movimento humano, quais as implicações que um olhar sistêmico pode trazer ao se pensar em estratégias e mecanismos estruturais do movimento humano.

Para Lu e Chang<sup>(21)</sup> a biomecânica é o estudo da mecânica contínua, seria o estudo das cargas, do movimento, do estresse e da deformação, tanto de sólidos como de fluidos, de sistemas biológicos e os efeitos mecânicos sobre o movimento, o tamanho, a forma e a estrutura do corpo. Sendo esta influência mecânica encontrada em diferentes níveis, desde o trabalho no interior das células, às propriedades mecânicas de tecidos moles e duros, até o desenvolvimento e movimento do sistema neuromusculoesquelético. Organismos vivos não são máquinas, portanto algumas questões que confrontam esse olhar mecanicista abrem brechas para novas formas de olhar a complexidade do movimento humano e suas relações e adaptações ao meio em que ocorrem.

## A BIOMECÂNICA COMO ÁREA CIENTÍFICA

Alguns autores compreendem a biomecânica como uma subdivisão da cinesiologia, outros discutem que ela teria surgido da cinesiologia a partir do aprimoramento das técnicas de pesquisa sobre o movimento humano<sup>(1,22)</sup>, sendo a cinesiologia, portanto, precursora da moderna biomecânica. Para Vilela Junior<sup>(11)</sup> a cinesiologia procura estudar o movimento humano a partir dos aspectos morfoestruturais, evolutivos e até culturais do corpo humano, diferentemente da biomecânica que teria uma abordagem somente da perspectiva da mecânica clássica. Abrantes<sup>(12)</sup> considera que a biomecânica não é, nem não determinista e descritiva como um ramo da biologia, e nem determinista e quantitativa como um ramo da mecânica newtoniana, mas sim um fenômeno estudado em sistemas não deterministas e com metodologias quantitativas.

Como área de conhecimento, a biomecânica está estabelecida como disciplina acadêmica e como ciência que possui bem definido o seu objeto de estudo e cujo corpo de conhecimento é formado através do uso de métodos científicos<sup>(3,4)</sup>. A biomecânica pode ser dividida em biomecânica interna, que se caracteriza pela análise do efeito das forças que acontecem dentro do corpo, e externa que se caracteriza pela análise de forças resultantes da interação do corpo com o ambiente<sup>(1,23)</sup>.

Para que o objetivo principal da biomecânica seja atingido são utilizados quatro métodos de medição próprios, a saber, a cinemetria, a dinamometria, a antropometria e a eletromiografia<sup>(24,25)</sup>. Essas metodologias usam as teorias físicas da cinemática e da dinâmica para compreender os movimentos do corpo humano. Vilela Junior<sup>(11)</sup>, afirmou que o desenvolvimento de instrumentos biomecânicos, como cronômetros eletrônicos, computadores, mesas digitalizadoras, câmeras filmadoras e plataformas de força, permitem a realização de estudos cada vez mais complexos sobre o movimento humano. Na última década, é notável a evolução dos instrumentos de medição, o que ampliou substancialmente as possibilidades de análise em diversos ambientes.

### **A INFLUÊNCIA EPISTEMOLÓGICA POSITIVISTA**

Ao analisarmos o início e as influências epistemológicas, veremos os núcleos do que se compreende hoje como biomecânica com a física mecânica de Newton, em um sistema constituído pelas ideias claras, privilegiando os esquemas de ordem e medidas<sup>(10)</sup> e que podemos compreender como uma corrente epistemológica positivista. De acordo com Betti<sup>(5)</sup>, a corrente positivista está consolidada nas práticas científicas da educação física, mesmo em frente a diversas críticas. Para Rossi<sup>(26)</sup>, as ciências médicas atuais, na qual a biomecânica também se insere, são herdeiras do positivismo de Descartes. Seguindo no

mesmo olhar que os autores anteriores, Martins<sup>(27)</sup> diz que a medicina biomecânica é “moderna e positivista”. Na obra de Comte<sup>(28)</sup> são apresentadas características do positivismo como a objetividade, linearidade, instrumentalização, causalidade, supremacia do fato e método indutivo, que segundo Silvino<sup>(29)</sup>: “Ainda hoje podem ser observadas no modelo científico hegemônico”. Nesse sentido, a biomecânica baseia-se majoritariamente em evidências científicas, questionando conhecimentos populares, observando fenômenos, gerando hipóteses e as testando; assim como outras áreas da saúde já fazem com as “práticas baseadas em evidências”.

A mecânica é uma ferramenta valiosa para a compreensão do aparelho locomotor humano. O uso da mecânica em pesquisas científicas tem permitido uma compreensão mais abrangente dos problemas que envolvem a otimização do aparelho locomotor, bem como o entendimento quantitativo e qualitativo do desempenho mecânico humano em condições normais e patológicas<sup>(8)</sup>. A mecânica também é usada na educação física e nos esportes, onde se observam as exigências máximas dos fatores funcionais e estruturais do movimento humano<sup>(8)</sup>. Vilela Junior<sup>(11)</sup> considera este posicionamento relevante, uma vez que evidencia a aplicabilidade da biomecânica com outras áreas, para além da educação física e esporte, como a fisiologia, a ortopedia e a ergonomia, demonstrando a interdisciplinaridade que abrange o fazer, desenvolver e compreender

do saber biomecânico. Porto et al. <sup>(9)</sup> discute que o objeto de estudo da biomecânica “por si só, é algo complexo e, por isso mesmo, exige análise calcada em diferentes prismas bem como uma complementar abordagem holística”. Nesse caminho, tanto Paiva <sup>(30)</sup> quanto Souza <sup>(31)</sup> admitem um pequeno crescimento de tendências fenomenológica-hermenêuticas, crítico-dialéticas e do materialismo histórico no campo da educação física e esporte e podemos extrapolar esse dado para a biomecânica, tendo em vista que “a biomecânica se insere na educação física” <sup>(11)</sup>. No entanto, apesar do pequeno crescimento dessas tendências epistemológicas, Paiva <sup>(30)</sup> e Souza <sup>(31)</sup> confirmam a predominância da vertente empírico-analítica direcionada pela visão positivista.

### **BIOMECÂNICA NO ESPAÇO DO SABER**

O autor Vilela Junior <sup>(11)</sup> considera que nenhuma ciência existe abstratamente, mas sim concretamente a partir dos sujeitos que a constroem, como são construídas e de onde essas construções advém. Considerando o triedro do saber de Foucault <sup>(10)</sup>, qual seria a região em que se enquadraria a biomecânica uma vez que seu objeto de estudo é a produção motora dos seres vivos? Abrantes <sup>(12)</sup> considera três grandes subgrupos no sistema das ciências – do Homem, Lógico Dedutivas, da Natureza – e posiciona a biomecânica na zona de fronteira entre os subgrupos das ciências do Homem e das ciências

Lógico Dedutivas. O autor considera que a biomecânica se constitui e tem seus fundamentos conceituais derivados das áreas da morfologia, da cibernética e da mecânica; contudo, se mantém autônoma em relação às suas fontes biológicas e mecânicas, uma vez que produz conhecimento próprio, conceitual e operacional. Assim, constrói sua área de estudo a partir de uma práxis própria <sup>(12)</sup> utilizando de signos, conceitos e relacionando enunciados construindo, assim, aquilo que Foucault <sup>(6)</sup> chamou de formações discursivas. Dentro do triedro do saber de Foucault <sup>(10)</sup>, a biomecânica estaria na região das ciências humanas, definida pelas três dimensões (matemática e física, ciências da vida e produção da linguagem e reflexão filosófica). Afinal, a análise é feita a partir de um olhar mecanicista sobre a subjetividade e variabilidade do movimento humano, que é biológico, e necessita de uma reflexão filosófica para ser interpretada, pois a biomecânica atual já ultrapassou os limites da mecânica clássica, deixando para trás as perspectivas newtonianas e o rígido determinismo <sup>(11)</sup>. Para Lu e Chang <sup>(21)</sup>, a natureza redundante do sistema musculoesquelético é um desafio, uma vez que, no corpo humano existem mais articulações e músculos do que o necessário para realizar nossas tarefas motoras diárias, podendo uma determinada tarefa ser realizada por mais de uma estratégia musculoesquelética.

## **INTERDISCIPLINARIDADE E FATORES BIOPSISSOCIAIS**

A biomecânica enquadra-se no grupo estrito das ciências da motricidade sendo um meio apto a fornecer instrumentos de observação e análise quando suas metodologias estão de acordo com o contexto e interagem com outros conhecimentos científicos<sup>(12)</sup>. Para que possamos compreender perfeitamente a complexidade de um organismo vivo, precisaremos do auxílio de diferentes abordagens a partir de integrações teóricas<sup>(32,33)</sup>, sendo estas adequações entre o objeto de estudo e os modelos construídos feitas de maneira interdisciplinar. Abrantes<sup>(12)</sup> reconhece a autonomia do conhecimento biomecânico, mas o considera complexo porque, segundo ele, quer o objeto de estudo quer as metodologias utilizadas não existem sem a conexão entre os diferentes campos de conhecimentos próprios e destes com as características dos sistemas a serem estudados<sup>(12)</sup>. Para Vilela Junior<sup>(11)</sup>, “o modelo biomecânico construído, junto com a metodologia desenvolvida, se adequam ao objeto de estudo” e desta forma “o elemento privilegiado é o objeto de estudo”.

De acordo com Dufour<sup>(34)</sup>, as abordagens bioculturais reconhecem a difusão e o dinamismo das interações entre os diferentes fenômenos biológicos e culturais, se esforçando explicitamente para a integração de dados biológicos, socioculturais, ambientais e outros tipos de dados focando na compreensão dos impactos da vida cotidiana na variação biológica

humana. Lewis<sup>(13)</sup> destaca que não é mais aceitável avaliar e gerenciar condições musculoesqueléticas persistentes apenas por uma perspectiva biomecânica. O autor afirma que, ao realizarmos uma avaliação e o impacto de alguma condição clínica, devemos considerar a complexidade e a interação dos diferentes fatores biopsicossociais, ambientais e de estilo de vida dos indivíduos de forma a integrar nossas melhores práticas atuais.

Dufour<sup>(34)</sup> considera que as abordagens bioculturais geram explicações que são intuitivamente atraentes para muitos porque oferecem uma espécie de visão holística. Contudo, ela ressalta que essas abordagens podem ser muito desafiadoras de implementar, o motivo talvez seja, em parte, porque temos mais experiência em medir o biológico do que o cultural<sup>(34)</sup>. Fatores relacionados ao estilo de vida como sono, atividade física, tabagismo, adiposidade e dieta, são apenas algumas das mais diversas variáveis que compõem o sistema humano, um sistema integrado e que se autocontrola, que constrói seus saberes e formula suas histórias<sup>(6,12,13,34)</sup>. Considerando o fazer biomecânica, para Abrantes<sup>(12)</sup> estamos perante uma disciplina que se constrói a partir de divisões e recompilações de especialidades já maduras, ou seja, para ele a matriz disciplinar biomecânica é resultado de um conjunto de valores que variam de uma época para outra, podendo ser aceitos num determinado momento e refutado em outro, a biomecânica não é resultado de um corte epistemológico bem localizado em um autor ou em uma época.

## CONCLUSÃO

Considerando o estado de movimento constante do conhecimento numa perspectiva progressiva e a partir de suas características provisórias, jamais acabadas ou definitivas, vemos que o saber biomecânico se move e é mutável dentro do espaço do saber. Originando-se mais próximo aos eixos das matemáticas aplicadas sob um olhar positivista, adaptou-se aos problemas elaborados pela sociedade moderna, mesclando seus conceitos e metodologias com outras áreas de conhecimento, considerando diferentes fatores biopsicossociais e culturais numa abordagem interdisciplinar, deslocando-se no interstício do espaço do saber rumo aos eixos biológicos e filosóficos. Como área científica ou como área de conhecimento, a biomecânica está em constante transformação por aqueles que recebem o status de “sujeitos biomecânicos” e através de diferentes abordagens técnico-metodológico-epistêmicas produzem saberes de diferentes perspectivas sejam elas mecanicistas, biológicas ou filosóficas.

Agradecimentos: Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) e Programa de Bolsas de Monitoria de Pós-graduação da Universidade do Estado de Santa Catarina pelas bolsas concedidas a C. M. S. L (Edital 48/2021 – Bolsas de Mestrado e Doutorado) e J. M. M (Edital 003/2023 - Ranqueamento para bolsas - Processo seletivo do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano), respectivamente.

## REFERÊNCIAS

- Hall SJ. Biomecânica Básica. 7th ed. Ferreira E, editor. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2016.
- Vilela Junior G de B. Epistemologia e história da ciência: o caso da Educação Física. *Cent Pesqui Avançadas em Qual Vida - Rev CPAQV*. 2009;1(3).
- Amadio AC, Serrão JC. Contextualização da biomecânica para a investigação do movimento: fundamentos, métodos e aplicações para análise da técnica esportiva. *Rev Bras Educ Física e Esporte*. 2007;21(spe):61–88.
- Amadio AC, Serrão JC. A Biomecânica em Educação Física e Esporte. *Rev Bras Educ Física e Esporte*. 2011;25(spe):15–24.
- Betti M. Educação física como prática científica e prática pedagógica: reflexões à luz da filosofia da ciência. *Rev Bras Educ Física e Esporte*. 2005;19(3):183–97.
- Foucault M. A Arqueologia do Saber. 7th ed. Baeta Neves LF, editor. Rio de Janeiro: Forense Universitária; 2008. 236 p.
- Ternes J. Michel Foucault e o nascimento da modernidade. *Tempo Soc - Rev Sociol da USP*. 1995 Oct;7(1–2):45–52.
- Barros SA. Determinação do limiar da capacidade de conservação da energia mecânica em adultos de ambos os sexos. Universidade de São Paulo; 1985.
- Porto F, Almeida H, Araújo MP, Gurgel JL. A Biomecânica como disciplina transversal na formação de professores de Educação Física. *Cent Pesqui Avançadas em Qual Vida - Rev CPAQV*. 2015;7(3).
- Japiassu HP. A epistemologia “arqueológica” de Michel Foucault. In: *Introdução ao pensamento epistemológico*. 2nd ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves; 1977. p. 71–88.
- Vilela Junior G de B. Considerações epistemológicas sobre a biomecânica. *Cent Pesqui Avançadas em Qual Vida - Rev CPAQV*. 2010;2(1).
- Abrantes J. Fundamentos e Elementos de Análise em Biomecânica do Movimento Humano [Internet]. Lisboa: Laboratório de Animação Digital e Biomecânica do Movimento Humano - MovLab; 2019 [cited 2023 Aug 24]. 97 p. Available from: <https://movlab.ulusofona.pt/lista-de-publicacoes/>
- Lewis J. An Open Letter to You, a Unique Individual Living with Shoulder Pain. *Isr Med Assoc J - IMAJ*. 2022;24(6):410–6.
- Tesser GJ. Principais linhas epistemológicas contemporâneas. *Educ Curitiba - Ed da UFPR*. 1994;(10):91–8.
- Whittemore R, Knaf K. The integrative review: updated methodology. *J Adv Nurs [Internet]*. 2005 [cited 2023 Aug 14];52(5):546–53. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>
- Regis MTDE, Rezende F. Ensino de Biomecânica e epistemologia: um importante debate desconsiderado. In: *VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte: ABRAPEC; 2007.
- Batista LA. A biomecânica em educação física escolar. *Perspect em Educ Física Esc*. 2001;2(1):36–49.
- Ozkaya N, Leger D. Introdução à biomecânica: terminologias básicas e conceitos. In: Margareta Nordin, Victor H. Frankel, editors. *Biomecânica básica do sistema musculoesquelético*. 3rd ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003. p. 1–19.
- Hamill J, Knutzen KM, Derrick TR. Bases biomecânicas do movimento humano. 4th ed. Nascimento

- FG, Hidaka PPM, editors. Barueri: Manole; 2016.
20. Caldeira AM de A. Ensino de ciências e matemática II: temas sobre a formação de conceitos. São Paulo: UNESP: Cultura Acadêmica; 2009. 287 p.
  21. Lu T-W, Chang C-F. Biomechanics of human movement and its clinical applications. *Kaohsiung J Med Sci.* 2012;28(2 SUPPL.):13–25.
  22. Rasch PJ, Burke RK. Cinesiologia e anatomia aplicada: a ciência do movimento humano. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1977. 72 p.
  23. McGinnis PM. Biomecânica do esporte e do exercício. 3rd ed. Porto Alegre: Artmed; 2015. 434 p.
  24. Kuriki HU. Caracterização de parâmetros biomecânicos durante a subida de degraus. Universidade de São Paulo; 2013.
  25. Winter DA. Biomechanics and Motor Control of Human Movement. 4th ed. Waterloo: Wiley - John Wiley & Sons; 2009. 383 p.
  26. Rossi AC. Razões e desrazões do coração: visões e significados acerca do transplante do coração a partir de narrativas orais de uma equipe interdisciplinar de saúde. Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP); 2015.
  27. Martins A. Novos paradigmas e saúde. *Physis Rev saúde coletiva.* 1999;9(1):83–112.
  28. Comte A. Os pensadores. Civita V, editor. São Paulo: Abril Cultural; 1978.
  29. Silvino AMD. Epistemologia Positivista: Qual a Sua Influência Hoje? *Psicol Ciência e Profissão.* 2007;27(2):276–89.
  30. Paiva AC. Tendências epistemológicas na produção do conhecimento científico em educação física e esporte. In: XV Congresso Brasileiro de Ciências do Esporte/II Congresso Internacional de Ciências do Esporte. Recife; 2007.
  31. Souza MS. Educação física e racionalidade: contraposições na modernidade. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); 1999.
  32. Amadio AC, Duarte M. Fundamentos biomecânicos para a análise do movimento humano. São Paulo: Laboratório de Biomecânica/EEFEUSP; 1996.
  33. Quixadá AP, Cambuí E, Miranda JGV. Introdução à Complexidade do movimento Humano. Salvador: Editora da Universidade Federal da Bahia - EDUFBA; 2020.
  34. Dufour DL. Biocultural approaches in human biology. *Am J Hum Biol.* 2006;18:1–9.

**Observação:** os/(as) autores/(as) declaram não existir conflitos de interesses de qualquer natureza.