

GUANIS DE BARROS VILELA JUNIOR

**Aspectos Históricos da Biomecânica
na Educação Física Brasileira**

Universidade Estadual de Campinas

1996

Aspectos Históricos da Biomecânica na Educação Física Brasileira

por

Guanis de Barros Vilela Júnior

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação de Mestrado defendida por **Guanis de Barros Vilela Júnior**, e aprovada pela comissão julgadora na Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas, em 14 de fevereiro de 1996.



Prof. Dr. Ademir Gebara (orientador)



UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	T/UNICAMP
	V711a
V.	Es.
T.º DO B.	27762
PROC.	667/96
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R. \$ 11,00
DATA	22/05/96
N.º CPD	

CM-00088573-6

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA- FEF - UNICAMP

V 711a

Vilela Junior, Guanis de Barros

Aspectos históricos da biomecânica na Educação Física brasileira / Guanis de Barros Vilela Junior. -- Campinas, SP : [s. n.], 1996.

Orientador: Ademir Gebara

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física.

I. Educação física. 2. *Biomecânica-história. 3. Epistemologia. I. Gebara, Ademir. II. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física. III. Título.

Meus Sinceros Agradecimentos...

⁸ ... à minha mãe, **Ana Stockler Barros**, e ao meu pai, **Guanis Vilela Barros**, pelo exemplo de vida que sempre foram, pela força e pelo incentivo que sempre me deram.

... ao Amigo e orientador **Prof. Ademir Gebara** pela confiança depositada e pela capacidade de distinguir tão claramente o *orientar* do *conduzir*.

... ao **Prof. René Brenzikofer** pela disponibilidade em ajudar e pela paciência em longas discussões.

... ao **Prof. Ademir de Marco** pelas preciosas sugestões, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

... a **Edson Valente, Cacilda Pereira, Dagmar Hunger, Renata Ortale e Elisete Brigatti**, pela amizade e pelo espírito de construção que sempre reinou entre nós.

... às queridas irmãs **Vânia Maria Stockler Vilela, Angela Stockler Vilela e Ana Luíza Stockler Vilela**, pelo apoio e pela torcida em todos meus projetos.

... ao pessoal da Biblioteca da FEF-UNICAMP, especialmente minha amiga **Dulce Inês Leocádio dos Santos Augusto**, pela atenção e pela ajuda que sempre prestou.

... ao **Alk**, à **Nina** e ao **Kim**, pela alegria e presença constantes.

Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
Curso de Pós - Graduação em Educação Física

A comissão examinadora, abaixo assinada, aprova a dissertação

**Aspectos Históricos da Biomecânica na
Educação Física Brasileira**

elaborada por
Guanis de Barros Vilela Júnior

como requisito final para obtenção do grau de
Mestre em Educação Física

Comissão Examinadora:


Prof. Dr. Ademir Gebara - Orientador


Prof. Dr. René Brenzikofer


Prof. Dr. Ademir de Marco

Campinas - SP
1996

Dedico este trabalho...

(in memoriam)

ao meu avô materno José Gomes Mezêncio, mestre brilhante, que soube dimensionar sua vida *de saberes* com uma humildade que sempre me emocionou.

Da minha aldeia vejo quanto da terra se pode ver no Universo...

Por isso a minha aldeia é tão grande como outra terra qualquer

Porque eu sou do tamanho do que vejo

E não do tamanho da minha altura...

(Fernando Pessoa)

Sumário

Resumo	7
Abstract	8
Introdução	9
Capítulo I	24
Capítulo II	50
Capítulo III	62
Conclusão	85
Bibliografia	90

Resumo

Partindo de indagações referentes a presença da Biomecânica na Educação Física Brasileira, o objetivo deste trabalho é levantar elementos de natureza teórico - metodológica, que evidenciem historicamente: I) a evolução da Cinesiologia para a Biomecânica; II) a detecção de duas relações possíveis (hegemônica e interdisciplinar) entre a Biomecânica e a Educação Física; e III) a possibilidade de que tenha sido através do Esporte, que tenha ocorrido a inserção da Biomecânica na Educação Física.

Fez - se necessária uma discussão das principais concepções metodológicas da atualidade, uma vez que (mesmo não tendo consciência disto) todos os pesquisadores são, de alguma maneira, influenciados por estas.

Abstract

In function of the research on the presence of Biomechanics in the Brazilian Physical Education, the scope of this work is to raise elements of theoretical - methodological nature, which historically confirm: I) the evolution of Kinesiology towards Biomechanics; II) the detection of two possible relations (hegemonic and interdisciplinary) between Biomechanics and Physical Education; and III) the possibility that the insertion of Biomechanics into Physical Education has occurred through the Sport.

It was necessary to discuss the main methodological conceptions of the present time, since (even having no conscience of this) all researches suffer, in some way, their influence.

Introdução

*Nesta introdução procuro construir um cenário histórico, no qual espero ser possível detectar elementos relativos ao surgimento da Biomecânica; bem como discutir os conceitos de **hegemonia** e **interdisciplinaridade** desta com a Educação Física.*

Certamente muito antes da apologia à razão feita por René Descartes em seu Discurso do Método, o homem já elaborava modelos físico-matemáticos na tentativa de explicar fenômenos complexos. Um exemplo disto é o Geocentrismo de Ptolomeu¹, que podia prever com boa precisão, os movimentos dos planetas conhecidos, quando observados da terra. Mil e quinhentos anos depois, Descartes preparou um tratado (Le Monde) onde propunha uma

¹ O Geocentrismo de Ptolomeu concebia o universo centrado na terra. Os planetas, o sol, a lua e as estrelas gravitavam ao redor da terra. Este paradigma foi sistematizado por Ptolomeu no segundo século antes de cristo e permaneceu vigente até o século XVI, quando Copernico elaborou a teoria heliocêntrica, que admitia o sol como o centro do mundo.

interpretação mecanística do Universo. Ao longo dos tempos, o homem sempre elaborou constructos lógicos supostamente verdadeiros na tentativa de entender o seu mundo. A história da ciência está repleta de acertos e erros. Basta lembrar de alguns paradigmas construídos em todas as áreas do conhecimento humano. Aqui se faz necessário esclarecer que entendemos por ciência todo o conhecimento que inclua, em qualquer forma ou medida, uma garantia da própria validade. É evidente que devemos descartar pretensões absolutas em relação à qualquer tese científica; (uma vez que paradigmas científicos mudam ao longo do tempo), portanto, certamente é mais humano falarmos em termos probabilísticos do que em verdades intocáveis. A ciência moderna testemunha tal posicionamento. Especificamente em relação à concepção de *História* neste trabalho, ressaltamos que a mesma é entendida como objeto da Historiografia, sendo caracterizada ...

...“pelo reconhecimento da pluralidade das formas do conhecimento histórico e da sua dependência em relação ao material documentário disponível e aos princípios que orientam a escolha historiográfica. Deste ponto de vista, o conhecimento

histórico autêntico versa sempre sobre objetos delimitados ou delimitáveis, nunca sobre a totalidade da história ...”²

Portanto entendemos que a História é (re)construída a partir de elementos que o pesquisador julga relevantes para a fundamentação lógica de suas hipóteses.

Aqui uma questão se faz premente: Por quê matematizamos? Por que tentamos aplicar a lógica matemática a muito do que observamos? Difícil saber a melhor resposta; mas é bastante provável que a simplicidade da linguagem matemática (que não é semântica) torne a (de) codificação dos problemas levantados menos difícil.³

Atualmente podemos constatar que, mais que nunca, a física e a matemática estão presentes em quase todas as ciências. Tal fenômeno provoca um impacto significativo, especialmente na biologia (ex: a engenharia genética); na medicina (ex: o uso do laser); na Educação Física (ex: a Biomecânica). Estaríamos

² Abbagnano, N. *Dicionário de Filosofia*, São Paulo: Mestre Jou, 1982, verbete *historiografia*, p. 484.

³ Algumas teorias linguísticas advogam que caminhamos para uma linguagem cada vez mais próxima à linguagem matemática e binária (utilizada por computadores). Isto provavelmente contribuiu para o fim de línguas como o latim e o aramaico, que possuíam grande número de palavras constituídas por mais de quatro sílabas. É importante ressaltar que fatores geopolíticos também são relevantes para a manutenção ou fim de uma língua.

presenciando uma *fisicalização*⁴ das ciências ditas biológicas, fruto de uma relação hegemônica entre a Biomecânica e a Educação Física? Seria, enfim, a realização de um sonho Pan-científico viabilizado pela interdisciplinaridade? Ou apenas um utilitarismo de uma ciência em relação à outra? Seja qual for, como se processa tal fenômeno? Quais horizontes podemos vislumbrar? Especificamente nas áreas circunscritas à Educação Física, em que medida isto ocorre?

Estas questões são de relevância para situarmos melhor a Educação Física no cenário científico, entretanto, aqui se faz necessário algum aprofundamento nas questões da *hegemonia*, e da *interdisciplinaridade*.

Segundo Bottomore, T. o uso do termo *hegemonia* é complicado pelo fato de possuir “*dois sentidos diametralmente opostos: significando domínio, como em “hegemonismo”, ou significando liderança e tendo implícita alguma noção de consentimento*”⁵.

Gruppi, L. esclarece que: ...

⁴ O termo *fisicalização* tem sido utilizado por filósofos da ciência contemporânea e se refere à presença cada vez mais decisiva da *física* em várias áreas do conhecimento. Ver obra de Stengers e Prigoginne. Não obstante, entendo que é o uso inadequado da Física que determina esta “fisicalização”. Ou seja, uma eventual relação hegemônica ocorrerá se uma outra ciência simplesmente importar teorias da Física, sem realizar uma leitura que se adeque às suas peculiaridades epistêmicas. Veremos que isto é comum na Educação Física, especificamente na Biomecânica, onde muitas vezes ocorre a adoção de “pacotes” de conhecimento que não são adaptados convenientemente para estudar o movimento humano.

⁵ Bottomore, T. Dicionário do Pensamento Marxista, Rio de Janeiro: Zahar Editor, 1993. Verbete *hegemonia*.

...”o conceito de hegemonia é apresentado por Gramsci em toda sua amplitude, isto é, como algo que opera não apenas sobre a estrutura econômica e sobre a organização política da sociedade, mas também sobre o modo de pensar, sobre as orientações ideológicas e inclusive sobre o modo de conhecer”⁶.

Portanto, uma relação hegemônica fica evidenciada quando a *liderança* é de alguma maneira necessária aos *liderados*, entretanto, cumpre ressaltar que esta *necessidade* pode ser fruto de uma relação imperialista (aqui entendida como exercício de poder político, econômico e cultural).

Parece ser pertinente (e bastante provável) a existência de *relações hegemônicas* nas múltiplas interações entre diferentes ciências. Atualmente, com a nova ordem mundial, mais que nunca, a ciência é gerenciada e financiada por poderosas instituições, como o estado e as multinacionais, que estabelecem entre si uma acirrada batalha por novos mercados consumidores. Neste cenário é possível a existência de relações de poder entre diferentes ciências (ou entre linhas de pesquisa de uma mesma ciência), já que muitas vezes, estas ocupam posições antagônicas ou interesses divergentes. No que se refere

especificamente as relações de disputa dentro da comunidade científica, a ocupação de um determinado mercado potencial de trabalho, parece também ser relevante para que a possibilidade da hegemonia fique evidenciada.

Podemos detectar a existência desta *relação hegemônica* no que se refere à mera importação pela Educação Física, de *pacotes* (*softwares*, protocolos, métodos, teorias, etc) da Física, sem que o conteúdo destes (o conhecimento) seja reconstruído de tal modo que se adeque à Educação Física. Quero dizer, os pesquisadores, em Biomecânica na Educação Física, que simplesmente adotam *pacotes de teoria*, sem criticamente reelaborá-los, dão a esta teoria um caráter instrumental, o que acaba por reforçar uma relação hegemônica entre ambas. Outra possível manifestação desta hegemonia fica evidenciada a partir da existência de *lobbies* na comunidade científica, que exercem o gerenciamento e controle das linhas de pesquisa, de modo a perpetuar o domínio que exercem no mercado de trabalho.

Em relação à *interdisciplinaridade*, parece ser bastante evidente que atualmente não podemos pensar qualquer ciência que não estabeleça com outras ciências uma relação de parceria e troca. A complexidade e a radicalidade da investigação científica atual determinam um aumento cada vez mais significativo

⁶ Gruppi, L. O Conceito de Hegemonia em Gramsci, Rio de Janeiro: Graal, 1980, p.3.

de relações interdisciplinares. Além do mais, a interdisciplinaridade é uma das características fundamentais da ciência contemporânea, que constrói seu paradigma com a relativização de suas premissas e com uma abordagem sistêmica dos fenômenos estudados. Portanto é provável que estas duas dimensões possíveis de relação entre ciências (a *relação hegemônica* e a *interdisciplinaridade*) estejam presentes na interação estabelecida entre a Biomecânica e a Educação Física. Quero dizer: *hegemonia* e *interdisciplinaridade* não são excludentes.

Felizmente a Educação Física passa por uma crise que tem viabilizado seu amadurecimento enquanto ciência emergente. Entendemos que uma ciência emergente se caracteriza por não ter uma clara unidade metodológica, que esteja sendo usada pela maioria dos pesquisadores na área; e sim, por ter viabilizado um substrato que permita uma múltipla e diversificada experimentação de várias tentativas de identificação metodológica. Isto parece caracterizar a Educação Física enquanto ciência emergente, onde, por exemplo, foram realizados esforços para estabelecer uma identidade epistêmica com as propostas de Le Boulch (Para uma Ciência do Movimento Humano), de Pierre Parlebás (Pedagogia das Conduas Motoras) e Manuel Sérgio (Motricidade Humana). Associado a este contexto de crise que potencializa avanços, temos o fenômeno do Esporte

Moderno⁷, de alto rendimento, exício, quem sabe, de nossa sonhada consciência corporal⁸. Mas sejamos realistas, muito se pesquisa em Educação Física em função do esporte performático. Pelo menos a nível de pesquisas em Biomecânica, realizadas em países do chamado primeiro mundo, o Esporte Moderno provavelmente não seria o mesmo se não existisse a Biomecânica e provavelmente a Biomecânica não seria a mesma se não existisse o Esporte Moderno. Esta simbiose parece ser vital as duas partes envolvidas. No Brasil, podemos levantar a hipótese de que é através do Esporte Moderno que a Biomecânica se insere na Educação Física.

Historicamente podemos situar a filosofia cartesiana e a mecânica newtoniana como marcos referenciais que distinguem concepções de mundo e de ciência bastante diferentes a partir do século XVII. Antes deste, o homem era apreendido enquanto totalidade, vejamos por exemplo, o que disse Capra, F. a respeito desta mudança de paradigma:

⁷ Aqui o Esporte Moderno é entendido enquanto fenômeno das sociedades industriais modernas, caracterizado por ser de alto nível de rendimento e por ter se tornado mercadoria.

⁸ *consciência corporal* aqui é entendida como a potencialidade inerente ao homem de refletir sobre sua *corporeidade*. A corporeidade, por sua vez, segundo Manuel Sérgio, se refere à “condição de presença, participação e significação do homem no mundo”.

“...nos séculos XVI e XVII...a noção de um universo orgânico, vivo e espiritual foi substituída pela noção do mundo como se ele fosse uma máquina, e a máquina do mundo converteu-se na metáfora dominante da era moderna. Esse desenvolvimento foi ocasionado por mudanças revolucionárias na física ... culminando nas realizações de Copérnico, Galileu e Newton”.¹⁰

Descartes com sua concepção mecanística da natureza propõe um método analítico, que tem como elemento central a dúvida sobre o que não é matematicamente provado. Nas palavras de Descartes:

“Toda ciência é conhecimento certo e evidente ... Rejeitamos todo conhecimento que é meramente provável e consideramos que só se deve acreditar naquelas coisas que são perfeitamente conhecidas e sobre as quais não pode haver dúvidas”.¹¹

¹⁰ Ver Capra, F. *O ponto de mutação*. São Paulo: Cultrix, 1987, p. 49.

¹¹ Descartes, R. citado por Capra, F. *O ponto de mutação*. São Paulo: Cultrix, 1987. p. 53.

Cientistas como Leonardo da Vinci (século XV) e um discípulo de Galileu, chamado Giovanni Borelli (século XVII), já tentavam aplicar os princípios mecânicos em estudos sobre o movimento do corpo humano. Borelli publicou estudos sobre o movimento animal, sugerindo que a base da lei da contração muscular está na fibra muscular.¹²

Pintado em 1820, o famoso quadro de Géricault, *Corrida de cavalos em Epsom*, exhibe o cavalgar dos animais com ambas as patas dianteiras à frente e ambas as patas traseiras à trás, em pleno vôo. Sessenta anos mais tarde, com o aperfeiçoamento da máquina fotográfica, constatou-se que cavalos jamais poderiam galopar como mostrara o artista. Surgia a Biomecânica moderna, com o pioneirismo de Muybridge E., que em 1877 realizou, nos Estados Unidos, fotos sequenciais de cavalos trotando e galopando, e de humanos caminhando e correndo. É importante frisar que apesar de não possuir rigor científico, as fotos de Muybridge são significativas, pois foram as primeiras fotos sequenciais realizadas.

¹² Ver *Encarta 95 The complete interactive multimedia encyclopedia*, Microsoft, verbete Physiology

Em 1882 o fisiologista francês Marey, E.J. realizou vários estudos cronofotográficos¹³ de movimentos em humanos e animais, utilizando-se de sua “*Station Physiologique*”, com a qual era possível medir a velocidade a partir de fotos realizadas sob diferentes ângulos. Sobre o trabalho de Marey, Costa, P.H.L. e Amadio, A.C. ressaltam que ele :

*“desenvolveu...uma câmara escura apoiada sobre um trilho que permitia fotografar um homem ou animal que se movesse sobre uma trajetória circular”.(...) e que: “Sua análise cronofotográfica desenvolveu-se em duas fases: a primeira a partir de 1882, com registros feitos sobre uma placa fixa e a segunda fase, a partir de 1888, utilizando-se de uma fita de papel móvel, o que reflete o seu grande interesse não apenas no desenvolvimento da análise do movimento, mas também no avanço técnico em direção à cinematografia”.*¹⁵

¹³ Na análise cronofotográfica são feitos registros fotográficos de modificações da forma em função do tempo.

¹⁵ Costa, P.H.L.; Amadio, A.C. *Processamento de imagem: precursores a aplicações em biomecânica* in Anais do V Congresso Brasileiro de Biomecânica, UFSM-RS, 1993,p. 172-173.

Os alemães Braune & Fischer, em 1894, realizaram o primeiro trabalho de reconstrução tridimensional a partir dos registros bidimensionais obtidos em fotos. A precisão e rigor de seus estudos em Biomecânica são até hoje reconhecidos. Costa, P.H.L. e Amadio, A.C. dizem: ...

*“A compreensão do movimento humano como um fenômeno natural permitiu que Braune & Fischer empregassem rigorosamente em seus estudos os instrumentos da mecânica clássica, a propósito da suposição do corpo humano como constituído por segmentos com as características indeformáveis de um corpo rígido e, assim, puderam prever aspectos do fenômeno que não eram observáveis diretamente, bem como criar ambientes experimentais que permitissem medições precisas”.*¹⁶

Nos anos 30 deste século, o russo Bernstein realizou estudos biomecânicos de vários padrões de movimento humano utilizando-se de um espelho (que formava

¹⁶ Costa, P.H.L.; Amadio, A.C. *Processamento de imagem: precursores a aplicações em biomecânica* in Anais do V Congresso Brasileiro de Biomecânica, UFSM-RS, 1993,p. 173.

ângulo de 45° com o eixo da câmera) para obtenção de registros estereoscópicos em sincronia.

Feito este breve histórico da gênese da Biomecânica; cumpre ressaltar que aqui usarei o termo *Biomecânica* genericamente, e sempre em referência a esta moderna Biomecânica que surge no final do século passado com o aprimoramento das técnicas de fotografia.

Quase um século depois, com o uso sistemático de computadores, filmadoras, mesas digitalizadoras, plataformas de força, etc, a Biomecânica se solidifica como disciplina fundamental no estudo dos movimentos corporais, sendo portanto, uma área do conhecimento de especial interesse à Educação Física.

Vejamos agora, algumas definições de Biomecânica realizadas por pesquisadores da área. Amadio, A. C. disse:

“A Biomecânica é uma ciência do grupo das ciências biológicas que trata de análises físico-matemáticas de sistemas biológicos e, como consequência, de movimentos humanos. Esses movimentos são analisados através de leis e normas

mecânicas com relação a parâmetros específicos do sistema biológico."¹⁷

Para Blaser (1983), *apud* Amadio, A.C., "*a Biomecânica é uma extensão das disciplinas físicas em fenômenos biológicos com suas particularidades.*"¹⁸

Brenzikofer, R.(1993) considera a Biomecânica como "*o Estudo da Mecânica dos Seres Vivos*" (também chamada de Biomecânica Externa) e a diferencia da *Instrumentação para Biomecânica* que "*desenvolve as ferramentas para o profissional atuar com eficiência*".¹⁹ Para ele a Biomecânica se diferencia da *Instrumentação para Biomecânica*, uma vez que a primeira está mais relacionada com as disciplinas biológicas (anatomia, fisioterapia, ortopedia, educação física, etc) e a segunda está mais relacionada com as disciplinas de "exatas" (física, matemática, computação, estatística, robótica, engenharia, etc). Não obstante o autor ressalta que os profissionais de ambas áreas, apesar de

¹⁷ Amadio, A.C. *Áreas básicas para investigação e análise do movimento humano*, in Anais do III Congresso Nacional de Biomecânica, UFJF-Juiz de Fora-MG, 1991 (sem paginação).

¹⁸ Ibid, Ibidem.

¹⁹ Brenzikofer, R. *Biomecânica v.s. Instrumentação* (palestra realizada no III Encontro Mineiro de Biomecânica. UFV-Viçosa-MG, 22-24/10/93).

terem formações diferentes, devem ter conhecimentos básicos da outra especialidade.

Portanto a Biomecânica aqui é entendida como desenvolvimento e aplicação de metodologias específicas para o estudo do movimento humano à luz da mecânica newtoniana.

O objetivo deste trabalho é fazer um mapeamento Histórico-processual de como se deu a inserção da Biomecânica na Educação Física. Teria sido através do Esporte Moderno que a Biomecânica passou a ocupar um espaço cada vez mais significativo na Educação Física Brasileira ? Detectarmos, se possível, que topologia epistêmica oferece substrato para que esta inserção ocorra.

Não se quis aqui mergulhar nas nuances e particularidades de cada pesquisa analisada, e sim, captar aspectos genéricos que delimitam a transição da Cinesiologia para a Biomecânica, transição esta, que pode ter sido fruto dos avanços teórico-metodológicos realizados nas pesquisas sobre o movimento humano.

CAPÍTULO I

Neste capítulo, à luz da produção em Biomecânica na Educação Física Brasileira, procuro discutir as possíveis relações (hegemônica e interdisciplinar) entre ambas; além de evidenciar a evolução da Cinesiologia para a Biomecânica.

O PROBLEMA E ALGUMAS HIPÓTESES PRELIMINARES

É evidente que hoje, mais que nunca, seria ingênuo qualquer leitura romantizada da Ciência. Nenhuma Ciência existe abstratamente; todas existem concretamente a partir de quem a constrói, como e onde. E a serviço de quem? É redundante dizer que fazer ciência (além da geração de saberes) é também estabelecer relações de força e poder. Nesta perspectiva a História da Ciência tem inúmeras provas cabais. Para que não nos distanciemos de nossa área, urge sabermos se existe ou não uma certa *fisicalização* da Educação Física, fruto de uma possível relação hegemônica com a Biomecânica. Caso exista, como a Educação Física

se situa diante do novo cenário em formação? Neste cenário restaria à Educação Física algum papel mais significativo do que a de mera locatária de outras ciências? Seria a Educação Física um ponto de convergência de outras ciências, inclusive da Biomecânica? Ou será tudo isto estéril, à medida em que o sonho do círculo de Viena, de uma Ciência Unificada²⁰, ainda desperte paixões por todos os cantos?

Durante longo período de tempo, na comunidade científica preocupada em estudar o movimento humano, parecia não existir consenso do que seria Biomecânica e Cinesiologia. Seriam áreas distintas, com objetos de estudo claros? Ou seriam apenas nomes distintos para uma ciência única, preocupada em estudar o movimento humano? Ou seja, seria a Biomecânica a evolução natural da Cinesiologia, à medida que todo um aparato teórico-metodológico foi aprimorado nas duas últimas décadas, viabilizando abordagens cada vez mais elaboradas das pesquisas sobre o movimento humano?

A esta altura, a única certeza que temos é que a Biomecânica, enquanto área de atuação dentro da Educação Física, é uma realidade e tem, de alguma maneira, norteado condutas metodológicas no estudo do movimento humano.

²⁰ Ver Stegmuller W. *A filosofia Contemporânea*, vol I, São Paulo: Edusp, 1977.

A Cinesiologia aqui será perspectivada enquanto ciência precursora da Biomecânica e da Anatomia Funcional, entretanto, muitos equívocos ainda são feitos quanto ao delineamento de suas premissas metodológicas. Por exemplo, podemos citar os currículos das faculdades que ainda adotam o nome *Cinesiologia* para a disciplina que ensina Anatomia Funcional associada à abordagens que se utilizam de alguns conceitos da mecânica.

Para que exista um delineamento mais preciso daquilo que pretendemos realizar, torna-se imprescindível uma discussão sobre o que venha a ser Biomecânica. Quais seriam os problemas de ordem metodológica e epistêmica que os pesquisadores do movimento humano encontram? A partir de que momento se evidencia a transição da Cinesiologia para a Biomecânica? Para tal, vejamos como se efetuou a mudança de foco da Cinesiologia para a Biomecânica, recorrendo a pesquisadores da área nos últimos vinte anos.

Segundo alguns autores os cinesiologistas "*não estão mais satisfeitos em tratar somente da análise mecânica do movimento humano*"²¹; e para eles a Biomecânica seria uma das subdivisões da moderna Cinesiologia. Rasch & Burke, por exemplo, propõem que a Cinesiologia seja formada por cinco

²¹ Ver Rasch-Burke *Cinesiologia e Anatomia Aplicada*, Guanabara-Koogan, 1977, p.17.

subdivisões:1) cinesiologia estrutural e funcional; 2) exercício fisiológico; 3) Biomecânica; 4) cinesiologia do desenvolvimento e 5) cinesiologia psicológica.

Outros autores ²² defendem que a Biomecânica moderna teria surgido a partir da cinesiologia, com o aprimoramento das técnicas de pesquisa do movimento em seres vivos, sob o ângulo da mecânica clássica, conquistando certa autonomia em relação à cinesiologia. Hall,S.²³, por exemplo, situa a cinesiologia como precursora da moderna Biomecânica. Entendemos que a Cinesiologia procura estudar o movimento tendo como substrato essencial aspectos morfo-estruturais, evolutivos e até culturais do corpo humano. Não é o caso da Biomecânica, que enfoca os movimentos corporais somente sob o ângulo da Mecânica Clássica.

Barros,S.A.²⁴ diz que o emprego da mecânica...

*"nas investigações científicas vem permitindo uma
compreensão cada vez mais abrangente dos problemas que*

²² Por exemplo, Hay, J. entende que a biomecânica tem por objeto de estudo as bases mecânicas da atividade biológica, especialmente muscular, (e) o estudo dos princípios e relações nela envolvidos. Este autor relativiza a conceituação do termo biomecânica, e particulariza seu entendimento em relação às práticas desportivas. Ver Biomecânica das técnicas desportivas, cap 1, p.3, Rio de Janeiro: Interamericana,1981.

²³ Ver de Hall,S. *Biomecânica Básica*, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,1993,p.3.

²⁴ Barros, S.A. *Determinação do limiar da capacidade de conservação da energia mecânica em adultos de ambos os sexos*, USP, mestrado, 1985.

envolvem a otimização do aparelho locomotor humano"...e têm contribuído para o entendimento quantitativo e qualitativo²⁵ do desempenho mecânico humano em condições normais e patológicas analisadas pela fisiologia, ortopedia e ergonomia, ou em condições de performance pela Educação Física e os Esportes, onde se observam as exigências máximas dos fatores funcionais e estruturais do movimento humano".

Este posicionamento é bastante relevante na medida que esclarece sobre a aplicabilidade da Biomecânica em áreas como a Fisiologia, a Ortopedia e a Ergonomia²⁶, além da Educação Física e Esportes. Isto pode evidenciar que a Biomecânica de fato ocupa uma região onde a interdisciplinaridade seja bastante significativa.

²⁵ Aqui é pertinente esclarecer que a análise qualitativa tem por finalidade descrever o fenômeno considerando suas partes essenciais valorizando-o de forma subjetiva. A análise quantitativa é o procedimento que consiste em aplicar princípios, técnicas e métodos das ciências matemáticas e estatísticas às ciências factuais (in Corrêa, S.C., UFRJ, 1987).

²⁶ A ergonomia pode ser entendida como uma ciência que tem como objeto de estudo a otimização das relações do homem com as coisas (objetos, implementos) que ele constrói. Por exemplo, a ergonomia é fundamental na construção do interior de um carro, otimizando seu desenho para se obter melhor conforto e segurança aos usuários. Em relação à construção de móveis e máquinas em geral a presença desta é cada vez mais decisiva.

A partir de agora faremos uma análise da produção científica em Biomecânica no Brasil nos últimos dez anos. Esperamos que a partir desta, possamos detectar algumas evidências que nos ajudem a esclarecer como a Biomecânica se impõe enquanto área de pesquisa fundamental na Educação Física.

Devemos estar atentos ao fato de que em toda produção científica em Biomecânica aqui analisada dois aspectos são sistemáticos e constantes. São eles:

a- aspectos teórico-metodológicos, onde a maior parte das metodologias desenvolvidas adotam o uso sistemático das teorias físicas da cinemática e da dinâmica, as quais garantem um substrato epistêmico à Biomecânica.

b- aspectos tecnológicos, onde o desenvolvimento e aprimoramento de instrumentos (cronômetros eletrônicos, computadores, mesas digitalizadoras, câmeras de filmar, plataforma de força, etc.) cada vez mais eficientes (precisão e rapidez) viabilizam abordagens cada vez mais complexas no estudo do movimento humano.

Vários autores ao se utilizarem da mecânica para melhor compreenderem a complexidade dos movimentos corporais, optam por um enfoque essencialmente cinemático²⁷, ou seja, preocupam-se com a descrição física dos movimentos, atendo-se à velocidade²⁸, ao deslocamento e aceleração. Como exemplo podemos citar Thomaz, F.O. (1983) ao estabelecer como objetivos de sua pesquisa "identificar a curva da velocidade na fase de desaceleração²⁹ da corrida de 100 metros rasos e relacionar a velocidade com o comprimento e com a frequência do ciclo técnico de passadas³⁰". Ou seja, o autor procura identificar algum tipo de padrão entre parâmetros essencialmente cinemáticos, não estabelecendo nenhuma relação destes (que podem ser *efeitos* e não *causas*) com outros fatores como, por exemplo, as relações energéticas durante a corrida. Trata-se de um caso, onde apenas a teoria física da cinemática é utilizada no estudo do movimento humano, atendo-se ao seu deslocamento no espaço, sua velocidade e sua aceleração. Muito provavelmente o autor tenha se deparado

²⁷ Cinemática é a parte da mecânica que estuda os movimentos sem se ater às suas causas e efeitos.

²⁸ Velocidade é a razão entre o espaço percorrido (deslocamento) e o tempo gasto para percorrê-lo.

²⁹ Tomaz, F.O. (1983) esclarece que a aceleração é caracterizada por mudanças de velocidade durante o deslocamento do corpo. Quando há aumento de velocidade, a aceleração é positiva; quando há decréscimo de velocidade, a aceleração é negativa (desaceleração).

³⁰ Tomaz, F.O. (1983) define o ciclo técnico de passadas como um componente da corrida que compreende duas passadas completas. Operacionalmente é identificado através do espaço compreendido entre o apoio de uma perna até que essa mesma perna entre em contato com o solo novamente. (sic)

com uma impossibilidade metodológica de recorrer à dinâmica para realizar sua pesquisa, uma vez que em 1983 não eram disponíveis meios (instrumentação teórica) para tal abordagem.

Avila,A.O.V. *et al* (1992) ao fazer a *Análise Biomecânica do salto sobre o cavalo*³¹ nos diz:

“Este estudo tem por objetivo a determinação das variáveis que influenciam na melhor performance do salto.” e ...
“constou de uma análise cinemática na busca das variáveis que melhor contribuem para uma boa execução dos saltos”.

Muitos são os trabalhos em Biomecânica que priorizam o enfoque cinemático, etapa fundamental para uma posterior realização de pesquisas com um enfoque dinâmico, onde serão consideradas as forças que determinam o movimento e as

³¹ Avila,A.O.V., Manfio,E.F., Mota,C.B.(1992) *Análise biomecânica do salto sobre o cavalo*. Lapem/Universidade Federal de Santa Maria,RS. Anais do IV congresso nacional de biomecânica. USP São Paulo.

energias (cinética e potenciais)³² envolvidas em processos que dissipam energia e/ou processos que realizam trabalho mecânico.

Vejamos outros destes trabalhos dentro desta perspectiva cinemática: Rocha Júnior, I. V., Mota, C. B., Ávila, A. O. V. (1992) fizeram a *Análise de indicadores cinemáticos no salto em distância em saltadores nacionais*, e disseram:

“Este estudo é um levantamento de variáveis cinemáticas em saltadores em distância.(...) Os parâmetros estudados neste artigo foram: velocidade horizontal nas três passadas e na impulsão; velocidade vertical na impulsão; ângulo de vôo; ângulo do joelho no instante de contato da impulsão e no instante de maior impulsão”³³.

Neste trabalho os autores utilizando-se de uma análise cinemática sugerem procedimentos relacionados com o treinamento dos sujeitos analisados:

³² *Energia* é “uma entidade fundamental da física e que se define qualitativamente como a capacidade de realizar trabalho. Pode ser reduzida a dois tipos fundamentais: a que é consequência da posição do corpo ou da posição de suas partes constitutivas (energia potencial), e a que se deve ao movimento do corpo no espaço (energia cinética)”. in *Dicionário de Física* de Macedo, H. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1976, p. 121, verbete *energia*.

³³ Rocha Júnior, I. C., Mota, C. B., Ávila, A. O. V. (1992) *Análise de indicadores cinemáticos no salto em altura* Lagem/UFSM. Anais do IV Congresso nacional de biomecânica. USP-São Paulo.

“Uma sugestão prática seria um incremento de exercícios do tipo pliométrico (excêntrico-concêntrico) que poderia levar a um menor grau de flexão do joelho por ocasião da fase de apoio e a um menor tempo desta fase, o qual tem uma alta correlação negativa com a performance”³⁴.

Carmo,J.do,(1992) propõe *Um novo método cinematográfico de análise da natação* que utiliza duas câmaras de *video tape* e um digitador de imagens:

“Este método calcula deslocamentos, tempos e velocidades obtidos na saída, no nado de cada volta, nas viradas e chegada de uma competição de natação. Ainda, calcula os comprimentos médios de braçadas e frequências de braçadas em cada volta”³⁵.

³⁴ *ibid,ibidem.*

³⁵ Carmo,J.,(1992) *Um novo método cinematográfico de análise da natação*. Anais do IV Congresso nacional de biomecânica.USP-São Paulo.

O autor conclui que “estes dados permitem a comparação dos resultados indicando pontos a serem mais trabalhados ou pontos já satisfatórios para cada nadador”. Podemos constatar que é o avanço tecnológico (associado à teoria cinemática) que possibilita o surgimento de novas metodologias.

Dentro desta abordagem cinemática várias são as técnicas utilizadas para o registro da velocidade, do deslocamento e aceleração dos movimentos corporais.

Barros, R.M.L. (1992) nos diz do pioneirismo dos trabalhos de Braune & Fischer no início do século com a utilização da fotografia estroboscópica³⁶; técnica esta, que possui o problema da sobreposição de imagens, consequência das diferentes velocidades dos segmentos corporais.

Hainaut, K. (1976) e Gil, H.J.C. (1986) enumeram outras técnicas que são utilizadas para o registro do movimento humano, como o uso do *magnetoscópio*³⁷ e da *goniometria*³⁸.

³⁶ Barros, R.M.L. (1992) esclarece que a técnica da fotografia estroboscópica consiste no deslocamento do sujeito em um ambiente onde *flashes* de luz são disparados diante de uma câmera fotográfica que mantém o obturador aberto. Assim, em uma mesma região do filme teremos várias sensibilizações sucessivas, cada uma ocorrida no momento que a luz se acender. (in *Metodologia para descrição tridimensional do movimento humano a partir de câmeras de vídeo não sincronizadas*. Dissertação de mestrado, FEF-UNICAMP, 1992).

³⁷ O magnetoscópio possibilita a obtenção imediata dos registros em tela de TV e consiste de dispositivos acoplados ao sujeito, que emitem sinais magnéticos registrados e gravados em fita (Gil, H.J.C. in *Estudo descritivo da postura sentada de indivíduos realizando atividades didáticas*. Dissertação de mestrado, UFSCar, 1986).

³⁸ A goniometria permite a obtenção das variações angulares entre os segmentos e é efetuada através da forma tradicional que registra uma variação entre segmentos estáticos ou a eletrogoniometria que permite

Entretanto, parece haver atualmente, nos estudos biomecânicos centrados em abordagens cinemáticas, uma tendência a utilização preferencial de técnicas cinematográficas ou de vídeo. A diferença fundamental entre ambas reside na maneira como é feito o registro das imagens. Na cinematografia uma película foto sensível (filme) obtém várias fotos (quadros) por segundo e a maioria das câmeras utilizadas operam na velocidade padrão de 24 quadros por segundo. No sistema de vídeo a imagem é codificada e armazenada em uma fita magnética.

Formas de registros cinemáticos (fotografia, cinema, vídeo) apresentam limitações no que se refere à análise do movimento humano, em função da bidimensionalidade das imagens obtidas. A descrição tridimensional (muito mais fiel à realidade dos movimentos corporais) pode ser obtida com o registro do movimento em mais de um plano, entretanto inúmeros são os problemas relativos à sincronização dos registros realizados por câmeras distintas³⁹. Mais adiante veremos alguns dos problemas que os pesquisadores enfrentam no desenvolvimento de metodologias para o estudo tridimensional dos movimentos.

seguir as variações entre segmentos no movimento. (Hainaut, K. in *Introducción e la biomecanica*, Barcelona: editorial Jims, 1976).

³⁹ Para uma boa discussão sobre o problema da sincronização das câmeras ,ver de Barros, R.M.L., *Metodologia para descrição tridimensional do movimento humano a partir de câmeras de vídeo não sincronizadas*, FEF-UNICAMP, mestrado, 1992, p. 3 e seguintes.

Entendo ser pertinente que vejamos agora trabalhos que abordem o movimento humano sob a perspectiva da dinâmica, ou seja, atendo-se as forças que atuam no corpo (ou segmento corporal), isto equivale a dizer que as *causas* e *efeitos* dos movimentos analisados serão considerados.

Por exemplo, Corrêa,S.C. e Amadio,A.C.(1992) ao estudarem as *variações de energia mecânica nos segmentos corporais em exercícios selecionados* dizem:

“...se registrarmos padronizadamente os dados de cinemetria e de dinâmica do movimento de um determinado indivíduo e realizarmos, segundo diferentes autores os cálculos específicos, obteremos resultados completamente diferentes para a estimativa de energia ou trabalho realizado para o movimento selecionado⁴⁰”.

Estes autores apontam os principais fatores que determinam estas discrepâncias obtidas:

⁴⁰ Corrêa,S.C.; Amadio,A.C.(1992) *Contribuição para o estudo das variações de energia mecânica nos segmentos corporais em exercícios físicos localizados*. Anais do IV Congresso nacional de biomecânica USP-São Paulo.p.116.

“o armazenamento de energia elástica, a transferência de energia entre os segmentos, o custo do trabalho positivo versus o do trabalho negativo, e os métodos numéricos utilizados nos cálculos”⁴¹.

Aqui podemos detectar uma evidência das dificuldades com as quais os pesquisadores se deparam ao optarem por abordagens dinâmicas no estudo do movimento humano. Ou seja, a falta de uma metodologia, técnica ou instrumentação específica para a dinâmica, constitui um desafio atual para os biomecânicos. As plataformas de força medem as forças de reação do solo que são exercidas nos eixos X, Y, e Z; não podendo fazer registros diretos de forças específicas que atuem em um determinado segmento corporal. Em função disto, se faz necessária a construção de um modelo físico-matemático que possibilite o cálculo destas forças. Isto nos remete à problemática da adequação entre o que se deseja fazer em Biomecânica e o que se pode fazer em Biomecânica. Quero dizer, apesar de todos os avanços tecnológicos, problemas como o da determinação de modelos físico-matemáticos adequados, acabam por colocar em

dúvida as *conclusões* de várias pesquisas em Biomecânica. É evidente, que estes problemas, são fatores de estímulo para que a comunidade científica circunscrita à Biomecânica, se empenhe na busca de soluções satisfatórias.

Talvez por isto, vários pesquisadores em Biomecânica se defrontam com um problema metodológico bastante decisivo na realização de suas pesquisas. Trata-se da adequação entre o modelo adotado, a metodologia utilizada e a teoria físico-matemática aplicada. Brenzikofer,R.(1992), por exemplo, diz que:

*... "Procura-se em particular modelos que permitam o equacionamento das grandezas envolvidas gerando assim o Modelo Matemático. Este por sua vez permite fazer previsões acerca das variáveis envolvidas e da evolução destas. O confronto crítico destas previsões com os fenômenos observados no objeto real sob investigação permite qualificar o modelo, os conceitos nele aplicados e seu equacionamento"*⁴².

⁴¹ *ibidem,ibid.*

⁴² Brenzikofer,R. *O formalismo de Lagrange, um exemplo de aplicação.* Anais IV congresso nacional de biomecânica, USP-São Paulo,1992,p.8.

Ou seja, não basta ter um modelo construído, entretanto, é bom (biomecanicamente falando) que este seja *matematizável*, quero dizer, equacionado segundo as leis da mecânica clássica. Entretanto a obtenção deste Modelo Matemático precisa levar em conta a possibilidade de se ter um conjunto de equações, a partir das quais poderão ser feitas inferências a respeito do controle que o sujeito realiza para obter o movimento analisado. Estas questões, provavelmente, serão cada vez mais significativas à medida que os pesquisadores em Biomecânica aumentem o grau de radicalidade e rigor em suas pesquisas.

Mas vejamos mais alguns exemplos de produção científica em Biomecânica que recorre à *dinâmica* enquanto método de estudo do movimento corporal. Serrão, J.C.; Amadio, A.C. (1992) ao proporem uma revisão metodológica no estudo da sobrecarga articular dizem:

“Considerando-se que a sobrecarga é uma expressão da força interna, sua mensuração através de procedimentos de medição é inviável, dada a característica excessivamente invasiva destes procedimentos e técnicas”. (...) “Dada a dificuldade de se proceder a medida, opta-se pelo cálculo, método a partir do

qual se utiliza de parâmetros mecânicos para determinar valores de sobrecarga que se aproximem ao máximo dos valores reais.⁴³”

De fato esta dificuldade de medição direta das forças parece ser relevante para a pesquisa em Biomecânica, uma vez que se faz necessário o desenvolvimento de métodos físico-matemáticos que consigam calculá-las.

Várias pesquisas em Biomecânica se preocupam principalmente com o desenvolvimento destes modelos físico-matemáticos, atendo-se ao desenvolvimento de condutas teórico-metodológicas aplicáveis aos movimentos corporais. Outras pesquisas se utilizam destas metodologias em áreas específicas como a *Biomecânica do movimento humano*, a *Biomecânica músculo-esquelética* e a *Biomecânica de tecidos e biomateriais*. Podemos então, distinguir duas vertentes (ou ramos) da Biomecânica; temos, de um lado, a *Instrumentação para Biomecânica*, área de produção científica que tem como objeto de estudo o desenvolvimento de modelos físico-matemáticos que possam ser utilizados por pesquisadores que façam a *Biomecânica* propriamente dita,

⁴³ Serrão, J.C.; Amadio, A.C. *Determinação de forças internas na articulação do joelho - Uma revisão de proposta metodológica no estudo da sobrecarga articular*. Anais do IV Congresso nacional de biomecânica, USP-São Paulo, 1992 p.291.

que em última instância estudaria uma infindável gama de movimentos corporais quer em situações de performance (no esporte e no trabalho) ou não. É evidente que esta possível denominação é apenas uma tentativa de distinção e classificação da produção científica em Biomecânica, uma vez que estas são inseparáveis e se complementam enquanto elementos fundamentais de uma única ciência.

A partir de agora veremos algumas pesquisas dentro da chamada *Instrumentação para Biomecânica*, Brenzikofer,R.(1992), por exemplo, ao se referir à aplicabilidade do formalismo de Lagrange⁴⁴ diz:

“Procuramos estudar o esforço muscular desenvolvido a nível de joelho por um jovem durante uma corrida.(...)Por se realizar internamente ao membro, o fenômeno não é diretamente acessível.(...)A mecânica...quantifica o movimento resultante e infere o esforço que foi necessário para realizá-lo.(...)Para este fim precisamos criar um objeto imaginário que

⁴⁴ Lagrange desenvolveu uma outra maneira de expressar as leis da mecânica. Em muitos casos a utilização do formalismo lagrangiano viabiliza a solução de problemas que seriam muito difíceis caso fossem abordados diretamente nas leis de Newton.

represente o sistema em estudo pelas suas características de movimento, inércia e esforço, isto é, o Modelo Biomecânico.⁴⁵

É este modelo biomecânico que será equacionado segundo critérios e técnicas de abordagem que o pesquisador julgar mais convenientes. Neste exemplo, o autor utiliza o chamado formalismo de Lagrange que recorre as energias cinética e potencial.

Entretanto, Duarte, M. e Amadio, A.C. (1993) ao revisarem a utilização do formalismo lagrangeano na Biomecânica dizem:

*“Assumindo que os segmentos dos membros do corpo humano podem ser imaginados como pêndulos com muitos graus de liberdade, e devido à geometria anatômica complexa e ao não total conhecimento da teoria de controle neuromuscular, o equacionamento e análise da atividade humana ainda é um problema espinhoso na Biomecânica moderna”.*⁴⁶

⁴⁵ Brenzikofer, R. *O formalismo de Lagrange, um exemplo de aplicação*. Anais do IV Congresso nacional de biomecânica, USP-São Paulo, 1992, p.9.

⁴⁶ Duarte, M.; Amadio, A.C. *Revisão sobre o formalismo lagrangeano*. Anais do V Congresso brasileiro de biomecânica, UFSM, 1993, p.168.

Estes autores ressaltam que no equacionamento o modelo adotado “*deve ser o mais completo e mais próximo do real possível (...) caso contrário os resultados obtidos levarão à uma interpretação errônea da realidade*”.⁴⁷

Aqui fica evidenciado, mais uma vez, o problema da adequação entre o modelo construído e a metodologia utilizada. É bastante provável (e isto tem ocorrido) que caso esta adequação não seja satisfatória, os pesquisadores em Biomecânica concentrem seus esforços para que o modelo adotado em uma determinada pesquisa seja o mais completo e próximo do objeto (o movimento humano) possível.

David,A.C.; Pio da Fonseca,J.C.; Ávila,A.O.V.; também pesquisaram em *Instrumentação para Biomecânica* ao compararem o chamado método DLT (transformação linear direta) de Abdel-Aziz e Karara⁴⁸ com o método proposto por Fonseca e Ávila⁴⁹ para a análise de movimentos tridimensionais. Vejamos:

⁴⁷ Ibidem,ibid.

⁴⁸ Este método de fotogrametria analítico, foi desenvolvido originariamente na Engenharia Civil e possibilita a utilização de câmeras não-métricas na determinação das coordenadas tridimensionais, que são fundamentais nas pesquisas em biomecânica. Ver Abdel-Aziz, Y. I. & Karara,H.M. *Direct Linear Transformation from Comparator Coordinates into Object- Space Coordinates in Close- Range Photogrammetry*,in Symposium on Close - Range Photogrammetry, Champaign, Illinois, 1971, p.1-18.

⁴⁹ O método de Fonseca e Ávila utiliza câmeras não-métricas, cujos eixos óticos cruzam-se ortogonalmente.

“A transformação linear direta (DLT) ...é um método fotogramétrico analítico, capaz de permitir dentro de certos limites, livre posicionamento e orientação das câmeras, exigindo ...a presença de uma adequada estrutura de calibração a ser previamente fotografada no espaço onde ocorrerá o evento. A dificuldade de manuseio, transporte ou montagem de calibradores ...pode fazer com que outros métodos se tornem mais convenientes, mesmo com o risco da perda de precisão.”⁵⁰

Os autores concluem que o método de Fonseca e Ávila talvez *“possa ser uma boa alternativa quando o método DLT não puder ser empregado”*.⁵¹

Temos aqui, mais um exemplo de como são inúmeros os problemas teórico-metodológicos que surgem, à medida que a Biomecânica aprimora suas técnicas de abordagem nos estudos dos movimentos corporais.

⁵⁰ David, A.C.; Fonseca, J.C.P.; Ávila, A.O.V. *Um método fotogramétrico adequado a análises biomecânicas: comparação com o método DLT (transformação linear direta)* Anais do IV Congresso Nacional de biomecânica, USP-São Paulo, 1992, p.253-259.

⁵¹ Ibidem, ibid.

Tudo isto parece evidenciar que estes aspectos teórico-metodológicos, além de estabelecerem como a Cinesiologia evoluiu gradativamente até a Biomecânica, podem constituir elementos significativos de como, e através do quê, a Biomecânica se insere na Educação Física. Vejamos com mais detalhes: atualmente a Educação Física, na busca de sua identidade enquanto ciência, oferece-se como rico substrato para relações interdisciplinares. Ou seja, enquanto ciência emergente, a Educação Física muito provavelmente, não possui a rigidez estrutural de ciências hegemônicas e estabelecidas. Se isto, por um lado possibilita avanços na Educação Física (ao viabilizar a riqueza das trocas interdisciplinares), por outro, a coloca diante de um cenário onde a competição é ferrenha, trata-se do que convencionarei chamar de *campos de disputa científica*. Permitam-me recorrer a Darwin para dizer que nestes *campos de disputa científica* só as ciências (hegemônicas ou emergentes) mais adaptadas sobrevivem. É neste quadro que presenciamos o desenvolvimento da Biomecânica, que por hora, parece exercer relações preferencialmente interdisciplinares com a Educação Física, que ao consolidar-se como *ciência do movimento humano*⁵² tem naquela uma aliada de peso significativo.

⁵² Neste trabalho uso o termo *ciência do movimento humano* genericamente e em referência a qualquer ciência que tenha este (o movimento humano) como objeto de seus estudos.

Uma questão que entendemos ser bastante relevante, para que consigamos detectar o substrato epistêmico, que possibilita a afirmação da Biomecânica (enquanto elemento de grande relevância na Educação Física) é a *problemática da adequação*.

Qualquer adequação entre objeto de estudo e modelo construído se dá de maneira interdisciplinar, ou seja, o modelo biomecânico construído, junto com a metodologia desenvolvida, se adequam ao objeto de estudo. Portanto, o elemento privilegiado é o objeto de estudo (o que em tese sempre deveria ocorrer); aqui poderíamos dizer, que o modelo construído existe enquanto elemento coadjuvante na apreensão do movimento humano, uma vez que este, traz consigo uma gama infundável de fatores que o tornam de uma complexidade tamanha, que muito provavelmente nenhuma teoria jamais consiga apreender. Nesta adequação interdisciplinar a Educação Física estabelece com a Biomecânica uma salutar relação de troca, e principalmente, reconhece-se (e é

reconhecida) enquanto ciência emergente, uma vez que estuda o movimento humano sob a dimensão ôntica.⁵³

Vejamos agora, um exemplo de pesquisa em Biomecânica que parece evidenciar a busca que os pesquisadores têm feito, para desenvolver um aparato teórico-metodológico cada vez mais sofisticado para estudar algo tão complexo como o movimento humano.

Para tal, alguns pesquisadores utilizam-se da Teoria dos Sistemas Não-Lineares⁵⁴ (ou Teoria do Caos) em seus estudos, o que parece ser uma tentativa para que se dê conta (ao menos parcialmente) de elucidar questões relevantes do movimento humano. No Brasil, podemos citar Mauerberg,E.(1992), que ao fazer a *Análise da locomoção em paralisia cerebral*, recorre à teoria dos sistemas dinâmicos. A autora diz:

“A proposta deste estudo foi descrever os ciclos das passadas de um sujeito com paralisia cerebral...e analisar dentro do

⁵³ Entendemos que esta dimensão ôntica contém aspectos bio-psico-sociais; e que ao ser metafísica não nega a física, uma vez que vê esta como elemento necessário mas não suficiente para apreender o movimento humano.

⁵⁴ Pesquisadores que se utilizam da Teoria dos Sistemas Não - Lineares (ou Teoria do Caos) adotam que a complexidade dos fenômenos motores requer abordagens onde a não - linearidade, a natureza dinâmica do equilíbrio, e a eventual existência de osciladores não-lineares ciclo-limite, etc, são de fundamental importância para o entendimento biomecânico dos movimentos corporais. Pesquisadores como Clark,J.; Phillips,S.J.; Kelso,J.A.S.; Kugler,P.; dentre outros, utilizam estas abordagens em seus estudos.

*modelo de osciladores acoplados não-lineares ciclo-limite, qual a informação contida em retratos de fase para os parâmetros cinemáticos velocidade e deslocamento angulares”.*⁵⁵

Duarte, M. e Amadio, A.C. (1993) nos dizem da importância da utilização destas novas abordagens em Biomecânica:

*“A complexidade de um organismo vivo, só pode ser perfeitamente entendida com auxílio de outras teorias, como a teoria sobre o caos”.*⁵⁶

Como acabamos de constatar, a Biomecânica parece ter ultrapassado os limites da chamada *mecânica clássica*, uma vez que tem recorrido a novas teorias da mecânica não-linear, na busca de soluções cada vez mais satisfatórias para o entendimento do movimento humano. Isto parece ser relevante, pois até muito

⁵⁵ Mauerberg, E.; Phillips, S.J.; Long, T. *Análise da locomoção em paralisia cerebral. Um estudo de caso dentro da Teoria de sistemas dinâmicos.* Anais IV Congresso Nacional de Biomecânica, USP, São Paulo, 1992.

recentemente pensava-se em Biomecânica apenas sob a perspectiva Newtoniana, quero dizer, a elaboração de modelos e o desenvolvimento de metodologias era essencialmente feita dentro de parâmetros de um rígido determinismo. Entretanto, não se defende aqui, a idéia de que a Teoria do Caos, não seja determinista; mas sim, que esta, ao considerar que os movimentos corporais ocorrem dentro de parâmetros de fluutuabilidade, muito provavelmente poderá contribuir de maneira significativa com a Biomecânica e com a Educação Física. Cumpre ressaltar que a utilização da Teoria do Caos não constitui uma superação ou negação dos modelos anteriores, e sim, mais uma nova ferramenta que poderá ser útil à Biomecânica.

⁵⁶ Duarte, M.; Amadio, A.C. *Revisão sobre o formalismo lagrangeano*. Anais do V Congresso Brasileiro de Biomecânica, UFSM-Santa Maria-RS, 1993, p. 169.

CAPÍTULO II

Neste capítulo procuro discutir brevemente a interdependência epistemológica entre a História da Ciência e a Filosofia da Ciência, ressaltando a impossibilidade de isenção por parte do cientista, ao escolher uma teoria da racionalidade científica.

Uma vez feita a opção por uma abordagem Histórica de como a Biomecânica se inseriu na Educação Física fica evidente o quanto é importante resgatarmos os aspectos mais significativos dentro da História das Ciências, os quais viabilizaram a construção da Educação Física, com suas peculiaridades e seu *modus operandi*. A relevância desta discussão ocorre na medida que pretendemos analisar a estrutura histórico-epistêmica que viabilizou (e viabiliza) a inserção da Biomecânica na Educação Física, sendo assim, torna-se imprescindível uma breve revisão das principais classificações das ciências, que ressaltamos, muito mais que meramente classificatórias, estas foram historicamente construídas, e portanto, são elementos capitais neste trabalho. Logo de início nos deparamos com uma dificuldade: Como situar a Educação

Física a partir das classificações tradicionalmente aceitas das ciências. Estas classificações são feitas segundo a afinidade dos seus objetos ou dos seus instrumentos de pesquisa.

Ampère as classificou em Ciências Noológicas (ou do espírito) e Ciências Cosmológicas (ou da natureza). Segundo Dilthey⁵⁷ (1883), as ciências naturais procuram conhecer causalmente o objeto, que é externo, ao passo que as ciências do espírito procuram compreender o objeto (que é o homem) e assim revivê-lo intrinsecamente. Wildeband em 1894 distingue as Ciências Nomotéticas, que procuram descobrir a lei e portanto se referem à natureza das Ciências Idiográficas que têm por objeto a História, que busca, por assim dizer, a singularidade dos processos possíveis.

Carnap⁵⁸ as classificou em Ciências Formais (que são sistemas de asserções analíticas auxiliares sem objeto e sem conteúdo) e Ciências Reais ou Factuais (da Natureza e do Espírito, que contêm asserções sintéticas). Este breve levantamento deixa claro que a Educação Física não se encaixa integralmente em nenhuma das classificações mais aceitas. Isto se deve, sem dúvida, a seu caráter

⁵⁷ Abbagnano, Nicola *Dicionário de Filosofia*, São Paulo: Mestre Jou, 1982 (verbete: ciências, classificação das)

⁵⁸ ver *Readings in the Philosophy of Science*, 1953, p.123, onde Carnap defende que não podemos dar um caráter absoluto e inflexível à qualquer classificação das ciências.

dual, uma vez que a Educação Física tem como núcleo essencial o Homem, com todos os seus aspectos reais e virtuais. Podemos, por exemplo, dizer que o que pretendemos fazer é uma análise idiográfica de alguns aspectos nomotéticos da Educação Física.

A partir de agora, faremos uma discussão sobre a importância da relação entre história da ciência e filosofia da ciência, que apesar de óbvia, muitas vezes é concebida como não relevante no desenvolvimento científico. Vale repetir: aqui a ciência é entendida como fruto da busca racional que o homem faz para tentar compreender o mundo do qual ele faz parte. Não obstante, deixamos claro que não se adota aqui uma estranha espécie de fanatismo religioso que supõe o racionalismo científico como a única vertente possível de leituras confiáveis, afinal, como veremos adiante, muitos dos avanços da ciência foram obtidos a partir de elementos não-rationais.

HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA-UMA SIMBIOSE ESSENCIAL

Ao fazermos a opção, por uma abordagem histórica de alguns aspectos epistêmicos da Biomecânica, nos deparamos, logo de início, com um fato que

julgamos crucial: a dificuldade de se realizar qualquer avanço se não recorressemos à chamada *teoria do conhecimento*⁵⁹, uma vez que esta tem por objeto de estudo a “*análise das condições e dos limites de validade dos processos de investigação e dos instrumentos linguísticos do saber científico*”⁶⁰; portanto, qualquer análise da Ciência sob a perspectiva histórica precisa ter como “pano - de - fundo” as reflexões que emergem da Filosofia da Ciência e vice-versa. A partir de agora julgamos ser importante uma discussão mais aprofundada das relações possíveis entre a *História da Ciência* e a *Filosofia da Ciência* (especificamente no que concerne à Teoria do Conhecimento).

Usando as palavras de Lakatos⁶¹: “a filosofia da ciência sem a história da ciência é vazia e a história da ciência sem a filosofia da ciência é cega”. Laudan,L⁶² diz:

⁵⁹ Aqui o termo *teoria do conhecimento* é entendido como sinônimo de *epistemológico*, e se referem ao estudo crítico dos princípios, hipóteses e resultados das ciências já constituídas, e que visa a determinar os fundamentos lógicos, o valor e o alcance delas. in *Dicionário Aurélio eletrônico*, verbete *Epistemologia*.

⁶⁰ Abbagnano,N. *Dicionário de filosofia*.São Paulo:Mestre Jou,1982. verbete *metodologia*.

⁶¹ Lakatos,I. *History of Science and its rational reconstruction*. in:RC-Cohen,RS-Boston Studies in the Philosophy of Science,V8,1971.

⁶² Laudan,L *Teoria do Método Científico de Platão a Mach*, cadernos de história e filosofia da ciência, p1-77,1980.

"em vez de adotar a tese de que estudos históricos em geral são de grande valia para o filósofo da ciência e vice-versa, creio que deveríamos sublinhar que tanto a história da ciência quanto a filosofia da ciência têm, ambas, uma preocupação comum e um interesse específico numa questão particular: a História das Teorias do Método Científico".

É claro que tanto Lakatos como Laudan possuem idéias que convergem para o fato de que seja qual for a metodologia utilizada por qualquer cientista, este estará adotando (mesmo não tendo consciência disto) toda uma visão de mundo, concretamente construída dentro de um determinado contexto sócio-histórico-filosófico.

Para Laudan⁶³

"seria difícil conceber uma apresentação adequada da Mecânica de Newton, da Ótica de Descartes, da Eletricidade de Ampère, da Sociologia de Comte ou do Behaviorismo de

⁶³ ibidem, ibid.

Skinner, que deixasse de examinar minuciosamente as idéias metacientíficas e metodológicas desses cientistas. Como mostrou Kuhn, mesmo quando são pouco pronunciadas as idéias metodológicas de um determinado cientista, os padrões metodológicos de sua época (por exemplo, os critérios para as explicações aceitáveis e os cânones de uma experimentação) afetam, muitas vezes, a prática da ciência, jamais podendo ser a priori postos de lado como irrelevantes".

Alguns autores insistem que a Filosofia da Ciência teria nascido no chamado Círculo de Viena, os quais, segundo Laudan⁶⁴, conceberiam a filosofia da ciência, antes de mais nada, como uma análise cuidadosa e detalhada da estrutura lógica e dos problemas conceituais da ciência contemporânea, enquanto que as filosofias das ciências anteriores se ocupavam com problemas filosóficos de teorias científicas já superadas. A esta visão dos positivistas lógicos Laudan⁶⁵ contra-argumenta que :

⁶⁴ ibidem, ibid.

⁶⁵ ibidem, ibid.

"muitos dos problemas que ressurgem permanentemente, problemas que não são engendrados por nenhuma teoria em particular, mas por virtualmente qualquer teoria. Problemas como os da formação de conceitos, da natureza da lei, da indução, dos métodos experimentais, das hipóteses, da discriminação entre os elementos a priori e os empíricos nas teorias; esses problemas e outros semelhantes não foram inventados pela recente filosofia da ciência, nem as soluções contemporâneas que a eles se oferecem são totalmente originais e sem antecedentes".

Ora, a Ciência Antiga (quero dizer, a Ciência não-contemporânea) foi construída por filósofos que eram cientistas (Descartes, Galileo, Torricelli etc) e vários cientistas contemporâneos, como, por exemplo, Einstein⁶⁶, têm claro que *"a ciência sem a epistemologia é, na medida em que seja possível assim concebê-la, primitiva e grosseira"*. Portanto, parece evidente que a História da Ciência

⁶⁶ Einstein, A. Reply to Criticism. in: Schilpp, P.A. (ed) *Albert Einstein: philosopher-scientist*. London: Cambridge University Press, 1970.

não pode existir sem a epistemologia, uma vez que esta é parte de seu objeto de estudo.

Évora⁶⁷, citando Lakatos faz a síntese:

a) *"a filosofia da ciência proporciona metodologias normativas com cujos termos o historiador reconstrói a história interna e chega deste modo a uma explicação racional do desenvolvimento do conhecimento objetivo"*.

b) *"as metodologias rivais podem ser avaliadas com a ajuda da História da Ciência (normativamente interpretada)"*.

Évora⁶⁸ ainda ressalta

"que o historiador da ciência não pode prescindir de critérios de demarcação entre o que é ciência e o que não é ciência, entre atividade científica e outras atividades, sob pena de estando diante de um determinado episódio da história não saber se ele faz ou não parte de seu objeto de estudo. Mas que critérios são estes? São eles absolutos? Quem os determina? É exatamente neste ponto que, a meu ver, a interdependência

⁶⁷ Évora, F.R. *História e filosofia da ciência*. in: *Século XIX: o nascimento da ciência contemporânea* Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência (CLE) UNICAMP, 1992, vol 11, p.3-20.

entre a história e a filosofia da ciência se apresenta de forma mais contundente".

Para Lakatos a história da ciência abriga duas histórias: a história real e a história desta história, ou seja, a reconstrução racional da história real. Reconstrução esta, que é feita segundo uma metodologia adotada pelo cientista. De alguma maneira *contamos a história que queremos contar ou fazemos a ciência que nos interessa fazer*; uma vez que os cientistas são ao mesmo tempo, sujeito e objeto diante das metodologias por eles adotadas.

Concordando com Évora e Lakatos, parece claro que *a escolha* feita pelo historiador da ciência por qualquer teoria da racionalidade científica determina caminhos e perspectivas totalmente distintas durante a execução de sua pesquisa. Ou seja, *escolher* uma teoria da racionalidade científica é o mesmo que *escolher* uma metodologia que balizará suas condutas diante do objeto estudado (no caso, a ciência). Cumpre ressaltar que esta *escolha* feita pelo cientista não está isenta de muitos outros fatores (sócio-culturais, afetivos, econômicos, etc) que certamente fazem desta algo muito mais subjetivo; assim, poderíamos dizer que a conotação que a palavra *escolher* possui (no que se refere à suposta

⁶⁸ *ibidem*, *ibid.*

independência do cientista diante de seus caminhos possíveis) é um tanto quanto precária.

Thomas Kuhn⁶⁹ critica Lakatos dizendo que o entendimento que este tem de história "não é, de modo algum história, mas filosofia que inventa exemplos ... a história não poderia ter, em princípio, o menor efeito sobre a posição filosófica prévia que exclusivamente lhe deu forma". Isto, (continua Kuhn)

"não supõe afirmar que a reconstrução histórica não seja intrinsecamente uma tarefa seletiva e interpretativa, nem que uma posição filosófica prévia não desempenha qualquer papel enquanto instrumento de seleção e interpretação". Lakatos responde à crítica de Kuhn ressaltando a diferença entre "historiografia indutivista da ciência" e "teoria indutivista da historiografia da ciência".⁷⁰

⁶⁹ ver de T. Kuhn *Notes on Lakatos*, in: Buck, RC & Cohen, RS (eds) *PSA, 1970: in memory of Rudolf Carnap*. Dordrecht: D. Reidel, 1971, *Boston Studies in the Philosophy of Science*, v. 8, p. 137-145.

⁷⁰ Para Lakatos a historiografia indutivista da ciência... é uma ciência que se desenvolve mediante o descobrimento de fatos puros (natureza) e possivelmente as generalizações indutivistas. Já a teoria indutivista da historiografia da ciência advoga que esta se desenvolve mediante o descobrimento de fatos puros (na história da ciência) e possivelmente as generalizações indutivas. Ainda segundo Lakatos alguns historiadores indutivistas podem considerar... os programas de investigação "progressivos e degenerativos" como fatos históricos puros. *ibidem*, *ibid.*

Por ora, entendemos ser suficiente esta breve análise, a respeito da simbiose existente entre estas duas áreas distintas; sendo que a História da Ciência precisa da Filosofia da Ciência pois depende da epistemologia para compreender seu objeto de estudo (a ciência) e a Filosofia da Ciência precisa da História da Ciência pois qualquer nova teoria metodológica certamente sofre influências de metodologias anteriores, na medida que o surgimento de uma eventual nova teoria metodológica ocorre enquanto superação de metodologias anteriores que já não conseguem dar conta da maioria dos problemas de relevância que surgem.

É evidente que diante do principal objetivo deste trabalho, torna-se imprescindível uma discussão das principais concepções metodológicas da atualidade, uma vez que foram elas que, ou melhor dizendo: foi o resultado das múltiplas interações entre elas que balizaram (e balizam) a construção da Educação Física enquanto ciência. Especificamente em relação à Biomecânica, a discussão destes paradigmas metodológicos parece ser relevante, na medida que são os principais norteadores da problemática metodológico-epistêmica que permeia esta área.

Portanto, no próximo capítulo faremos uma discussão destas principais correntes metodológicas da atualidade; a saber:

- O empirismo lógico ou neopositivismo do círculo de Viena

- O racionalismo crítico de Popper

- A teoria das revoluções científicas de Kuhn

- A metodologia dos programas de pesquisa científica de Lakatos

- O anarquismo científico de Feyerabend.

CAPÍTULO III

Neste capítulo procuro contextualizar as principais concepções metodológicas da atualidade em relação à Biomecânica e à Educação Física, na tentativa de identificar elementos que possam constituir um mapeamento teórico - metodológico destas.

Empirismo lógico ou neopositivismo do círculo de Viena

Na primeira metade deste século foi marcante o paradigma adotado por vários pesquisadores e filósofos que defendiam o ideal da chamada Ciência Unificada. Para estes, a ciência deveria necessariamente estar estruturada em bases empíricas, ou seja, tendo como ponto de partida dados colhidos na experiência. Dentro desta perspectiva, advogavam que qualquer enunciado para ser científico precisaria ser antimetafísico, portanto, lógico formal, ou conseqüência da

observação direta do fenômeno.⁷¹ Tentando resolver o problema da indução levantado por Hume,D.⁷², os pensadores do Círculo de Viena propuseram parâmetros de probabilidade para legitimar (ou não) um enunciado científico, Carnap,R. por exemplo, propôs métodos para determinação do grau de confiabilidade de uma teoria científica⁷³.

Os teóricos do Círculo de Viena acreditavam ser possível a unificação de todas as ciências, desde que todas operassem dentro de uma linguagem lógica, única, que garantisse a objetividade e a confiabilidade do discurso científico. Para eles a lógica físico-matemática garantiria o sonho pan-científico. Vejamos com mais detalhes. Segundo Stegmüller existem razões *práticas* e *teóricas* para se defender a unificação das ciências: ...

“Uma das razões práticas é o fato de que quase todos os cientistas são obrigados, às vezes, a sair de seus domínios e a buscar conhecimentos em outras áreas da ciência. A

⁷¹ Esta classificação é basicamente a mesma que Kant propôs. Para ele, as verdades lógico-formais seriam *enunciados analíticos*, e os advindos da observação seriam os *enunciados sintéticos a posteriori*.

⁷² Com a Indução a generalização é feita a partir da observação de inúmeros casos particulares, por exemplo, a afirmação “todos os burros têm orelhas grandes”, é consequente da observação de muitos burros, mas seguramente, não de todos. Para Hume este enunciado certamente não seria científico, pois poderia ser refutado, caso numa próxima observação, fosse encontrado um burro de orelhas pequenas.

⁷³ Ver de Carnap,R. *Logical foundations of probability*, Chicago: University of Chicago Press,1962.

*explicação de um processo tão complexo, como o de uma percepção, por exemplo, é impossível, a partir de uma base puramente psicológica. Com efeito, as vivências perceptivas repousam sobre processos fisiológicos que, por sua vez, são causados por estímulos físicos”.*⁷⁴

Como podemos constatar, o feliz exemplo dado pelo autor, vai de encontro com a proposta da Educação Física, que ao se consolidar enquanto ciência, exige de seus teóricos conhecimentos de várias áreas do saber. Isto talvez possa apontar para a crise epistemológica que permeia nossa ciência emergente, uma vez que as tentativas de estruturação epistêmica da Educação Física, feitas por Manuel Sergio com a *Motricidade Humana* e Parlebás, P. com a *Pedagogia das Condutas Motoras*, são em última instância, propostas que trazem consigo uma vontade de unificação de várias ciências.

Stegmüller aponta como *razão teórica* para se propor a unificação das ciências, o fato de que em muitas situações, observador (usa *relações e propriedades*

⁷⁴ Stegmüller, W. A filosofia contemporânea, São Paulo: EPU, V.1, p.305, 1977.

perceptíveis) e teórico (usa um *sistema conceptual abstrato*) se utilizam de linguagens muito diferentes, e isto ...

...“pode tornar logicamente impossível que os enunciados do observador venham a servir para corroborar ou refutar os enunciados do teorizador.”⁷⁵

Com o que constatamos no capítulo anterior, tudo parece evidenciar que esta corrente metodológica tem sido de relevância no desenvolvimento de várias pesquisas em Biomecânica, uma vez que sua influência pode ser confirmada na medida que alguns dos pressupostos fundamentais do neopositivismo estão presentes; vejamos quais:

I) Boa parte da produção em Biomecânica se limita à aplicação da lógica físico-matemática para estudar o movimento humano. O uso desta lógica como linguagem universal foi um dos projetos dos neopositivistas. À respeito desta Stegmüller disse:

⁷⁵ Ibidem,ibid.

*“No Círculo de Viena, defendeu-se vigorosamente a ...
formulação de uma linguagem unitária da ciência...uma
linguagem acessível à todos e cujos símbolos possuísem a
mesma significação para todos.(...)E em segundo lugar ser uma
linguagem universal, na qual todo e qualquer estado de coisas
pudesse ser expresso. Neurath e Carnap defenderam, a
princípio, o ponto de vista de que somente a linguagem física
poderia satisfazer ambas essas exigências, daí surgindo o
nome fisicalismo”.*⁷⁶

II) Existem produções em Biomecânica no Brasil, que ainda adotam uma postura fundamentalmente anti-metafísica, ou seja, recusam toda afirmação sobre a realidade que seja feita *a priori*.

É evidente que não se defende aqui, a idéia de que isto seja bom ou não, mas entendemos ser importante sublinhar que o próprio *funcionamento* do corpo é determinado (muito provavelmente) por aspectos culturais, afetivos,

⁷⁶ Ibidem,ibid.

neurológicos, etc, além dos aspectos físicos propriamente ditos. Entretanto, é importante ressaltar que ao se falar da influência neopositivista na atualidade, há que se considerar que, inúmeras vezes, apenas alguns de seus aspectos originais são detectáveis com nitidez, ou seja, o neopositivismo após sucessivas releituras é de alguma forma, permanentemente adaptado as novas circunstâncias. Quero dizer, entenda-se que aqui as chamadas correntes metodológicas não são admitidas como estáticas e atemporais, portanto, aqui não se advogará o *criticismo*⁷⁷ metodológico do neopositivismo, afinal, agir assim seria uma forma de não reconhecer os inúmeros avanços que o empirismo lógico possibilitou (e possibilita) em várias ciências.

Racionalismo crítico de Popper

Karl Popper foi o primeiro a criticar o empirismo lógico do Círculo de Viena advogando que a resposta dos neopositivistas para o problema da indução seria apenas uma proposta, e não uma solução. Vejamos como este autor constrói sua

⁷⁷ O termo *criticismo* aqui se refere fundamentalmente à crítica pela crítica, ou seja, ao modismo difundido entre muitos acadêmicos de pensar que os pressupostos neopositivistas só possuem aspectos negativos ao avanço científico.

crítica. Para ele, o fato dos neopositivistas utilizarem parâmetros de probabilidade para justificar a validade de uma teoria científica não resolve o problema da indução, uma vez que esta *justificação* necessitará de outro princípio de indução que o justifique e assim por diante *ad infinitum*. Em suas palavras:

*“Pois, se se deve atribuir grau de probabilidade a enunciados que se fundamentam em inferência indutiva, esta terá de ser justificada pela invocação de um novo princípio de indução...e surgirá a necessidade de justificar esse novo princípio...Em resumo a lógica da inferência provável, ou “lógica da probabilidade”, conduz ou a uma regressão infinita ou à doutrina do apriorismo”.*⁷⁸

Segundo Popper o fato de um enunciado científico ser provável não garante sua validade, e sim sua possibilidade de ser refutado, caso seja encontrado *a posteriori* um elemento que negue suas premissas. Para ele, uma teoria

⁷⁸ Popper, K. *A lógica da pesquisa científica*. São Paulo: Cultrix, 1985, p.30.

irrefutável não é científica, e sim dogmática ou metafísica (marxismo e psicanálise são os exemplos citados). Entretanto, como diz Kneller (1978) :

*...”não basta refutar teorias. Pelo menos algumas teorias devem resistir à refutação e, portanto, ser corroboradas. Somente a corroboração nos diz qual de nossas teorias descreve o mundo real e fornece orientações fecundas para novas pesquisas”.*⁷⁹

Portanto, Popper advoga que um enunciado científico deve ser refutável se se referir à realidade; e que caso o mesmo não seja refutável, certamente não refere à realidade. Entretanto várias críticas são feitas ao pensamento popperiano, vejamos as mais significativas.

Para vários pensadores Popper também se utiliza do indutivismo, apesar de ter afirmado que tenha conseguido se livrar deste, segundo Kneller:

“Dizer que podemos ter mais confiança numa teoria que suportou os nossos esforços obstinados para refutá-la é, com

⁷⁹ Kneller, G.F. *A ciência como atividade humana*, São Paulo: Zahar/Edusp, 1978, p.62.

*efeito, o mesmo que afirmar que podemos estar mais confiantes agora porque a nossa confiança prévia estava justificada. Mas isto é raciocínio indutivo”.*⁸⁰

Outra crítica que se faz a Popper é que este teria negligenciado as ciências não revolucionárias, pois afinal, a ciência também se desenvolve cumulativamente, quando os cientistas aplicam uma teoria a inúmeros problemas que esta pode solucionar (é o que Kuhn chama de *ciência normal*). De fato, os exemplos de Popper para construir sua teoria se referem exclusivamente as situações limite, quero dizer, a momentos revolucionários na História da Ciência, especialmente o surgimento da Mecânica Quântica.

Especificamente em relação à Biomecânica a teoria de Popper parece ter uma relevância pouco significativa, uma vez que se utiliza quase que exclusivamente da mecânica newtoniana enquanto substrato teórico; portanto, não se trata de uma ciência revolucionária, e sim de uma *ciência normal*, que se utiliza de todo arsenal teórico-metodológico construído a partir do surgimento da mecânica clássica alguns séculos atrás.

⁸⁰ Ibid,ibidem.

Em relação à Educação Física, podemos dizer que talvez o pensamento popperiano fique ainda mais dissonante, afinal, ainda estamos construindo uma estrutura epistêmica, e portanto, longe de pretendermos fazer uma ciência revolucionária, devemos nos preocupar em fazer desta uma ciência.

Enfim, para Kneller (1978) a teoria popperiana é uma brilhante conjectura que foi parcialmente refutada e, não obstante, estimulou o surgimento de outras teorias que possuíam conteúdo mais empírico. A teoria das revoluções científicas de Kuhn foi a primeira delas a surgir. É o que discutiremos a seguir.

Teoria das revoluções científicas de Kuhn

Thomas S. Kuhn construiu sua teoria do conhecimento adotando claramente uma abordagem histórica; para ele, o progresso científico é o resultado das ações realizadas dentro de uma tradição intelectual ou *paradigma*. Entretanto o mesmo não define objetivamente⁸¹ o que venha a ser *paradigma*; não obstante,

⁸¹ Margaret Masterman no ensaio *The nature of a paradigm* encontrou 21 sentidos diferentes do termo *paradigma* no livro *Structure of scientific revolutions* de T.Kuhn. Posteriormente o próprio Kuhn substituiu este termo e passou a adotar a *matriz disciplinar*, que é constituída por generalizações simbólicas, pressupostos metafísicos, valores e soluções de problemas exemplares.

este termo tem o sentido genérico, e amplamente utilizado, de se referir ao substrato, ou à visão de mundo que viabiliza uma teoria científica.

Kuhn distingue dois tipos ou categorias de ciências: A *ciência normal*, que é realizada dentro de uma certa estabilidade paradigmática, fruto de um *quebra-cabeças* onde a comunidade científica tem garantias de que o sucesso da pesquisa é bastante provável. O outro tipo é a *ciência revolucionária*, que surge num momento de crise, caracterizado por uma ruptura com o paradigma vigente. Vejamos em suas palavras:

*“Neste ensaio, ciência normal significa a pesquisa firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas. Essas realizações são reconhecidas durante algum tempo por alguma comunidade científica específica como proporcionando os fundamentos para sua prática posterior”.*⁸²

Kuhn cita como exemplo de tradição científica a astronomia Copernicana, a dinâmica Newtoniana, a óptica ondulatória, dentre outras, que constituem verdadeiros paradigmas para várias áreas de investigação que se desenvolvem

⁸² Kuhn, T.S. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo:Ed. Perspectiva, 1992, p.29.

de acordo com as regras estabelecidas pelos mesmos. Ou seja, a ciência normal se desenvolve quando as pesquisas realizadas, não se deparam com nenhum fator que por ventura coloque os pressupostos do paradigma adotado em dúvida.

Quanto à *ciência revolucionária* Kuhn diz:

“...consideramos revoluções científicas aqueles episódios de desenvolvimento não-cumulativo, nos quais um paradigma mais antigo é total ou parcialmente substituído por um novo incompatível com o anterior.”⁸³

O mesmo autor ressalta que quando a ciência normal não consegue solucionar alguns problemas, o paradigma até então hegemônico começa a ser questionado cada vez mais, por um número maior de cientistas, o que acaba por determinar um estado de crise. Esta situação favorece o surgimento de um ou mais paradigmas alternativos, que passam a ser testados exaustivamente pela comunidade científica. O paradigma alternativo que conseguir solucionar o

⁸³ Ibid,ibidem, p.125.

maior número dos problemas que surgiram, é adotado como novo paradigma, que por sua vez, viabilizará o desenvolvimento de outra ciência normal.

Vejam agora as críticas mais comuns feitas ao pensamento kuhniano. A mais polêmica delas se refere à idéia de *paradigma*, que segundo Kneller (1978) não tem seus constituintes especificados, ou seja, Kuhn não nos diz da teoria, das técnicas, dos padrões adotados, etc; e portanto o *conceito* de paradigma possui pouca utilidade enquanto ferramenta de pesquisa.

Outra crítica que usualmente se faz, é o fato de que para Kuhn, só o acúmulo de problemas não solucionados estimula a busca de um novo paradigma. Parece evidente que um único problema não solucionado pode desencadear uma mudança de paradigma; e sempre existirá a possibilidade de que dentro de um quadro favorável, um novo paradigma se consolide, independentemente da existência de crises, bastando para isto, que este resolva os problemas (solucionados também pelo paradigma hegemônico) de maneira mais eficiente. Por fim, Kuhn foi bastante criticado por pulverizar a racionalidade científica, ao defender que os cientistas, optam por uma mudança de paradigma, através da propaganda que os levaria a realizarem “um salto de fé”. Em relação à esta crítica, Kneller (1978) diz:

*“Na realidade,...ele sustentou que as teorias são comparadas por referência a padrões comuns, mas argumentou que esses padrões são racionalmente persuasivos sem serem logicamente convincentes. Os seus críticos erraram ao equiparar ausência de compulsão lógica e ausência de razão, pura e simples”.*⁸⁴

O pensamento kuhiano pode ser considerado de relevância para o que aqui propomos realizar. Vejamos por que:

a) em relação à Biomecânica podemos dizer que se trata de uma *ciência normal*, uma vez que a mesma adota o paradigma newtoniano para abordar os problemas que propõe resolver. Sob este paradigma as pesquisas são realizadas atendo-se as forças que atuam no corpo humano, além das velocidades dos segmentos corporais.

b) quanto à Educação Física, entendemos que os esforços para a construção de um paradigma, que lhe garanta uma identidade científica, são elementos indicativos da importância das reflexões de Kuhn. Ou seja, a Educação Física se consolidará cada vez mais enquanto ciência, na medida que tiver delineado com

mais rigor o quê pretende, e o quê pode estudar. Este rigor, se refere essencialmente aos procedimentos teórico-metodológicos inerentes à mesma.

Metodologia dos programas de pesquisa de Lakatos

O pensamento lakatosiano surgiu como uma possível resposta à polêmica existente no debate entre Popper e Kuhn. Popper de um lado defendendo que a ciência é racional e por isso deve se auto avaliar; e Kuhn, por outro lado, dizendo que quase sempre, a ciência não deve se preocupar em criticar a si mesma, e sim em promover seu desenvolvimento. Neste contexto surge a obra de Lakatos, que propõe uma teoria mediadora, que defende o *racionalismo* popperiano amalgamado com o *desenvolvimentismo* kuhniano. Vejamos com mais detalhes. Para Lakatos uma teoria em desenvolvimento tem o nome de “*programa de pesquisa*” que é formado por um “*núcleo*”, um “*cinturão protetor*”, e uma “*heurística*”. Vejamos o que significa cada um destes elementos no contexto da Biomecânica. O *núcleo* se refere aos pressupostos específicos desta ciência, ou seja, à mecânica newtoniana (leis do movimento).

⁸⁴ Kneller, G.F. *A ciência como atividade humana*. São Paulo: Zahar/Edusp, 1978, p. 70.

Neste sentido o *paradigma* de Kuhn possui uma razoável semelhança com o *núcleo* de Lakatos.

Usando as palavras de Lakatos, “*a decisão metodológica de seus protagonistas*”⁸⁵ garante a irrefutabilidade do núcleo; e estes mesmos protagonistas ao elaborarem um conjunto de hipóteses auxiliares constroem o *cinturão protetor*. São estas hipóteses auxiliares que garantem a irrefutabilidade do núcleo, e são, em última instância, as *regras do jogo* ou os elementos delimitadores de uma ciência, no caso, a Biomecânica. A *heurística* se refere ao conjunto de métodos e regras que servem para orientar novas pesquisas, e segundo Lakatos pode ser *positiva* e *negativa*. Chalmers, A.F.(1993) esclarece que...

“A heurística negativa de um programa envolve a estipulação de que as suposições básicas subjacentes ao programa, seu núcleo irredutível, não devem ser rejeitadas ou modificadas.(...)A heurística positiva é composta por uma

⁸⁵ Lakatos,I. *Falsification and the methodology of scientific research programmes*, in *Criticism and the growth of knowledge*, ed. Lakatos,I., Musgrave,A., Cambridge:Cambridge University Press,1974, p.133.

*pauta geral que indica como pode ser desenvolvido o programa de pesquisa”.*⁸⁶

Portanto, a heurística negativa se refere as *proibições* do programa de pesquisa, que visam a manutenção e estabilidade do *núcleo*. Poderíamos fazer um paralelo entre a heurística negativa e as placas de trânsito, ou seja, esta sinaliza para o pesquisador aquilo que é ou não permitido em um programa de pesquisa. Por sua vez, a heurística positiva orienta os pesquisadores na construção de um programa de pesquisa, relativamente aos pressupostos teórico-metodológicos, que evidentemente incluem a elaboração (e níveis de complexidade) dos modelos construídos.

Entretanto várias críticas são feitas a Lakatos, vejamos as mais relevantes. Kneller(1978), por exemplo, diz que ele...

“Não examina a ciência como um todo e ...consome demasiado tempo debatendo com adversários reais e imaginados.(...) Ao tratar os programas de pesquisa como competidores, não explicou de que modo uma importante tradição de pesquisa,

⁸⁶ Chalmers, A.F. *O que é ciência afinal ?* São Paulo:Brasiliense, 1993,p. 113.

*como a tradição newtoniana em mecânica, pode guiar uma disciplina ou um campo durante décadas sem encontrar uma séria rival”.*⁸⁷

Outra crítica que julgamos importante se refere à não explicação das chamadas *revoluções científicas*, para Lakatos não existem *crises* que eventualmente desencadeiam mudanças radicais em um ciência, e sim uma competição entre programas de pesquisa, onde o que resolver o maior número de problemas se impõe enquanto ciência. Lakatos não nos diz porque um pesquisador propõe um novo *programa de pesquisa*, ou seja, qual é o *leit motiv* que o impulsiona a negar um *programa de pesquisa* já estabelecido.

Não obstante, parece claro que a Biomecânica atualmente mantem uma relação de identidade com a *heurística* de Lakatos, uma que vez caminhamos de modelos teórico-metodológicos (dentro do núcleo newtoniano) menos complexos a abordagens mais complexas. Tomemos um exemplo: várias pesquisas em Biomecânica supõem que o corpo humano pode ser representado como um conjunto de estruturas rígidas ligadas nos pontos que representam as

⁸⁷ Kneller, G.F. A ciência como atividade humana. São Paulo: Zahar/Edusp, 1978, p. 76.

articulações. É evidente que um modelo assim apresenta uma limitação bastante significativa, uma vez que o corpo humano apresenta um grau de complexidade infinitamente maior; no entanto, este modelo pode ser útil para se estudar vários parâmetros biomecânicos do movimento humano. Portanto constitui-se, atualmente, como *núcleo irredutível* da Biomecânica, a elaboração de seus modelos como um conjunto de estruturas rígidas articuladas, e à medida que as pesquisas consigam aprimorar seus métodos, certamente os modelos construídos serão mais sofisticados; como mais eficientes e disponíveis, serão os sistemas computacionais utilizados. Com este aprimoramento da instrumentação em Biomecânica, o *núcleo* passará a incorporar estes avanços, e a Biomecânica se consolidará cada vez mais como a ciência que estuda o corpo humano em movimento.

Anarquismo científico de Paul Feyerabend

Uma das mais polêmicas concepções metodológicas da atualidade foi proposta por Feyerabend na década de setenta. Para ele, nenhuma das metodologias das ciências existentes conseguem orientar a prática científica, uma vez que enquanto fenômeno histórico, a ciência é de tamanha complexidade que é

remota a possibilidade de que esta seja explicada tendo como referência algumas regras metodológicas bastante simples. Vejamos o que ele diz:

“A História de modo geral, e a história das revoluções, em particular, é sempre de conteúdo mais rico, mais variada, mais multiforme, mais viva e sutil do que o melhor historiador e o melhor metodologista poderiam imaginar.”⁸⁸

Parece claro que Feyerabend redimensiona as relações entre o pesquisador e a ciência. Para ele nossas regras são muito simples para explicar um verdadeiro *labirinto de interações*, e nossas metodologias falham por se pretenderem infalíveis e universais...

...“A ciência é um empreendimento essencialmente anárquico: o anarquismo teórico é mais humanitário e mais suscetível de

⁸⁸ Feyerabend, P. *Contra o método*; Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1989, p.19. O autor esclarece que utiliza nesta frase as mesmas palavras de Lenin ao se dirigir à partidos e vanguardas revolucionárias.

*estimular o progresso do que suas alternativas representadas por ordem e lei”.*⁸⁹

Para este autor isto é provado pelo exame de eventos históricos, onde constata-se que a violação de regras metodológicas (consideradas óbvias) permite o progresso; só o *vale tudo* possibilita o avanço da ciência. Dentro desta linha de pensamento, a exigência de que as novas teorias sejam coerentes com uma teoria mais antiga, só preserva esta, e não necessariamente a melhor delas. Para ele, várias ciências utilizaram-se de métodos irracionais para se fundamentarem, e por vezes...

*...“a ciência se aproxima do mito, muito mais do que uma filosofia científica se inclinaria a admitir. A ciência é uma das formas de pensamento desenvolvidas pelo homem e não necessariamente a melhor”.*⁹⁰

⁸⁹ Ibid,ibidem.

⁹⁰ Ibid,ibidem.

É evidente que diante de tais colocações é enorme o número de críticas que são feitas as posições de Feyerabend. Com seu princípio do *vale tudo* ele privilegia a liberdade do cientista em escolher seus próprios caminhos metodológicos, porém, segundo seus críticos, isto só seria possível se conseguíssemos em nossa sociedade separar *estado e ciência*. Por outro lado, como disse Chalmers (1993) caso este princípio seja adotado...

... 'é provável que ele conduza a uma situação em que aqueles que já têm o acesso ao poder o retenham. Como disse John Krige... "vale tudo... significa que, na prática, tudo permanece"'.⁹¹

Vejamos agora como o pensamento de Feyerabend pode contribuir para nossa discussão sobre os pressupostos epistemológicos da Biomecânica. Seguindo a linha de pensamento deste autor, parece ser pouco provável que pelo menos a médio prazo, a Biomecânica seja “sacudida” por alguma nova teoria que acabe por determinar, por exemplo, o abandono de sua conduta metodológica, centrada na mecânica newtoniana. Vejamos com mais detalhes. Sendo a

Biomecânica, uma ciência que se consolida com o advento da tecnologia moderna, podemos, com uma razoável segurança, afirmar que a mesma se encontra numa fase de maturação, onde o mais significativo de seus problemas se refere ao aprimoramento de sua estrutura teórico-metodológica; sendo assim, após esta fase de maturação, é de se esperar que a Biomecânica passe por um período de grandes avanços naquilo que trata como objeto de estudo: a mecânica do movimento humano. Sintetizando: enquanto ciência que se estabelece, a Biomecânica tem um grande caminho a percorrer dentro de sua estrutura teórico-metodológica fundamentada na mecânica de Newton.

Em relação à Educação Física, podemos fazer praticamente as mesmas colocações no que se refere à estruturação teórico-metodológica; com uma ressalva que julgamos de grande relevância: a Biomecânica já possui um aparato teórico consolidado (mecânica newtoniana) que deve ser adequado ao estudo do movimento humano; enquanto que a Educação Física constrói sua estrutura teórico-metodológica com a identificação de seu objeto de estudo.

⁹¹ Chalmers, A.F. *O que é ciência afinal ?* São Paulo: Brasiliense, 1993, p. 187.

CONCLUSÃO

Aqui procuro discutir a importância da construção do cenário histórico que possibilitou problematizar e enumerar as possíveis respostas às indagações feitas nos capítulos anteriores.

Diante deste cenário que construímos até aqui, podemos constatar que, longe da exaustão de um tema tão complexo, podemos perspectivar algumas possíveis respostas às três questões que julgamos angulares neste trabalho: I) a evolução da Cinesiologia para a Biomecânica. II) a detecção de duas relações (hegemônica e interdisciplinar) possíveis entre a Educação Física e a Biomecânica. III) a possibilidade de que tenha sido através do Esporte, que a Biomecânica tenha ocupado um espaço de relevância na Educação Física.

Podemos constatar que a Cinesiologia foi a precursora da Biomecânica na Educação Física Brasileira, uma vez que o aprimoramento teórico - metodológico desenvolvido pelos pesquisadores do movimento humano, possibilitou abordagens cada vez mais radicais em suas pesquisas. Isto

provavelmente é fruto também do surgimento de tecnologias cada vez mais eficientes, como computadores de alta capacidade de processamento, plataformas de força cada vez mais sofisticadas, melhoria das técnicas de filmografia, etc. É importante frisar que a tecnologia moderna *per si* não é condição básica de avanços na Biomecânica, bastando lembrar os estudos de Braune & Fischer, no século passado, que até hoje constituem um exemplo de rigor e precisão, apesar de não disporem (obviamente) de nenhum computador.

As abordagens dos pesquisadores do movimento humano migraram para enfoques cada vez mais complexos, à medida que foram desenvolvidas ferramentas (é o que pesquisadores em Instrumentação para a Biomecânica fazem) apropriadas para tais estudos. A Cinesiologia inicialmente analisava os movimentos sob a ótica de aspectos anatômicos e funcionais; gradativamente começou a estudar os movimentos corporais à luz da *cinemática*, aperfeiçoou tais estudos com o desenvolvimento de instrumentos adequados, e hoje já procura desenvolver metodologias adequadas para abordagens *dinâmicas* do movimento humano.

A Biomecânica e a Educação Física estabelecem entre si relações que podem ser hegemônicas ou interdisciplinares.

As relações hegemônicas são caracterizadas pela adoção, por parte dos pesquisadores da Educação Física, de *pacotes* de conhecimentos da Física, sem o necessário apreendimento das teorias contidas nestes *pacotes*. Não se defende aqui a idéia de que os pesquisadores em Biomecânica na Educação Física sejam físicos, mas sim, que possuam um mínimo de conhecimento em Instrumentação para Biomecânica para que possam discernir com a máxima clareza possível, os caminhos mais adequados em suas pesquisas. Quero dizer, sem se dar conta do processo, muito provavelmente os pesquisadores em Biomecânica da Educação Física, estarão estabelecendo uma relação de hegemonia com a Biomecânica. Segundo Gramsci a hegemonia é uma liderança que possui uma dimensão de permissividade por parte do liderado; devem existir, portanto, razões para que estes pesquisadores ajam assim.

As relações interdisciplinares são aquelas que vêm a cooperação e a troca como elementos salutareos na ciência contemporânea, pois à medida que aumenta - se a complexidade das abordagens das pesquisas, mais importante e decisivo é o intercâmbio entre uma e outra(s) ciência(s). Neste tipo de relação os pesquisadores em Biomecânica na Educação Física apreendem o processo (teórico - metodológico) nas pesquisas que desenvolvem e conseguem identificar conhecimentos de relevância oriundos da Física que possam ajudá -

los a obter resultados cada vez mais fidedignos nos estudos do movimento humano.

Diante da produção em Biomecânica na Educação Física Brasileira (principalmente USP, UNICAMP e UFSM) podemos constatar que boa parte da mesma se refere ao Esporte. Este fato pode confirmar nossa hipótese de que tenha sido através deste que a Biomecânica tenha ocupado seu espaço na Educação Física Brasileira.

Antes de estar presente na Educação Física Brasileira a Biomecânica estava presente em outras áreas como a Medicina, a Fisioterapia, a Ortopedia, a Medicina Laboral, etc, portanto seria pouco provável que seu surgimento se desse através de outro caminho além do Esporte. Isto provavelmente ocorreu em função de duas dimensões: A) historicamente a Educação Física no Brasil sempre esteve associada ao Esporte, associação esta, que só agora começa a ser discutida e questionada. B) No Brasil podemos detectar uma sincronia entre estes dois eventos : o surgimento da Biomecânica na Educação Física Brasileira e a mercantilização do Esporte. A partir do momento que o Esporte se torna mercadoria, e portanto objeto de lucros e perdas, fica patente a preocupação por resultados cada vez melhores. Nesta busca por melhores *performances* a

associação entre a Biomecânica e a Educação Física parece ter sido extremamente oportuna.

Sendo a Educação Física um área de pesquisa multidisciplinar que se propõe a estudar o movimento humano em suas múltiplas abordagens (física, biológica, sociológica, histórica, antropológica, etc.), parece ficar claro que especificamente em relação à Biomecânica esta possui o movimento humano (fisicamente falando) enquanto ponto de convergência. Ou seja, várias pesquisas em Educação Física tem o movimento em si, o movimento físico do corpo humano, como objeto de estudo, o que acaba por estabelecer uma relação imediata com a Biomecânica.

Bibliografia

- Abbagnano, N. *Dicionário de Filosofia*, São Paulo: Ed Mestre Jou, 1982.
- Abdel-Aziz, Y.I. & Karara, H.M. *Direct Linear Transformation from comparator coordinates into object-space coordinates in close-range photogrammetry* - in Symposium on Close-Range Photogrammetry, Urbana - Champaign, Illinois, 1971, p.1-18.
- Amadio, A.C. *Contribuição para avaliação objetiva da força muscular voluntária isométrica máxima: análise da força muscular*, USP, dissertação de mestrado, 1980.
- Andery, M.A.../et al./ *Para compreender a ciência*. Rio de Janeiro: Espaço e tempo; São Paulo: EDUC, 1992.
- Avila, A.O.V., Manfio, E.F., Mota, C.B. *Análise biomecânica do salto sobre o cavalo*. Lapem/Universidade Federal de Santa Maria, RS. Anais do IV congresso nacional de biomecânica. USP São Paulo. 1992.
- Barros, R.M.L, *Metodologia para descrição tridimensional do movimento humano a partir de câmeras de vídeo não-sincronizadas*. FEF-UNICAMP, dissertação de mestrado, 1992.
- Barros, S. *Determinação do limiar da capacidade de conservação da energia mecânica em adultos de ambos sexos*, USP, dissertação de mestrado, 1985.
- Bernal, G.C.R. *Estudo das lesões agudas da ginástica artística feminina na infância, a partir da população em treinamento em Campinas*. UNICAMP, dissertação de mestrado, 1992.

- Bottomore, T. *Dicionário do Pensamento Marxista*, Rio de Janeiro: Zahar Editor, 1993.
- Braune, W. & Fischer, O. *Human Gait*. Springer, 1987.
- Brenzikofer, R. *O formalismo de Lagrange, um exemplo de aplicação*. Anais IV congresso nacional de biomecânica, USP-São Paulo, 1992.
- Bronowski, J. *Ciência e valores humanos*, São Paulo: Edusp, 1979.
- Capra, F. *O ponto de mutação*, São Paulo: Ed Cultrix, 1987.
- Carmo, J., *Um novo método cinemático de análise da natação*. Anais do IV Congresso nacional de biomecânica. USP-São Paulo, 1992.
- Chalmers, A.F. *O que ciência afinal ?*, São Paulo: Ed Brasiliense, 1983.
- Chrétien, C. *A ciência em ação*, Campinas-SP: Papyrus, 1994.
- Correa, S.C. *Estudo cinemático do padrão de passada de corredores de longa distância*. UFRJ, dissertação de mestrado, 1987.
- Corrêa, S.C.; Amadio, A.C. *Contribuição para o estudo das variações de energia mecânica nos segmentos corporais em exercícios físicos localizados*. Anais do IV Congresso nacional de biomecânica USP-São Paulo, 1992.
- Costa, P.H.L. e Amadio, A.C. *Processamento de imagem: precursores e aplicações em Biomecânica*. in Anais do V Congresso Brasileiro de Biomecânica, UFSM-RS, 1993.
- David, A.C.; Fonseca, J.C.P.; Ávila, A.O.V. *Um método fotogramétrico adequado a análises biomecânicas: comparação com o método DLT (transformação linear direta)* Anais do IV Congresso Nacional de biomecânica, USP-São Paulo, 1992.

- Domingues,I. *O grau zero do conhecimento - o problema da fundamentação das ciências humanas*; São Paulo: ed. Loyola,1991.
- Encarta 95 *The complete interactive multimedia encyclopedia*, Microsoft, 1995.
- Epstein,I. *Revoluções científicas*, São Paulo: ed Ática,1988.
- Évora,F.R.R.(ed) *Século XIX: o nascimento da ciência contemporânea*, coleção CLE-Centro de lógica e epistemologia e história da ciência, UNICAMP,vol11,1992.
- Ferreira,A.I. *Modificações Posturais: avaliação postural computadorizada em crianças portadoras de síndrome de Down*, UNIMEP, dissertação de mestrado,1990.
- Feyerabend,P. *Contra o método*, São Paulo:Ed. Francisco Alves, 1988.
- Galdi,E.H.G. *Estudo de assimetrias e desvios posturais em escolas do 1º grau, de uma escola particular: perspectivas para educação*, UNIMEP, dissertação de mestrado, 1990.
- Gil,H.J.C. *Estudo descritivo da postura 'sentada' de indivíduos realizando atividades didáticas*, UFSCar, dissertação de mestrado, 1986.
- Gleick,J. *Caos - a criação de uma nova ciência*, São Paulo: ed Campus, 1990.
- Granger,G.G. *A ciência e as ciências*, São Paulo:Ed. Unesp,1994.
- Gruppi,L. *O conceito de hegemonia em Gramsci*, Rio de Janeiro:Graal, 1980.
- Hall,S. *Biomecânica Básica*, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,1993.
- Heisenberg,W. *Física e filosofia*, Brasília:ed UNB, 1987.
- Kant,I. *Crítica da razão pura*, São Paulo: ed.Abril, coleção os pensadores, 1974.
- Kneller,G.F. *A ciência como atividade humana..* São Paulo: Zahar/Edusp,1980.

- Kolling,A. *Estudo sobre os efeitos da ginástica laboral compensatória em grupos operários de empresas industriais*, UFRGS, dissertação de mestrado, 1982.
- Kuhn,T. *A estrutura das revoluções científicas*, São Paulo: ed.perspectivas, 3ª edição, 1992.
- Le Boulch, J. *Vers une Science du Mouvement Humain*, Les Éditions ESF, Paris, 1971.
- Losee,J. *Introdução histórica à filosofia da ciência*, São Paulo: edusp, 1979.
- Manuel Sérgio, *Educação física ou ciência da motricidade humana?*, Campinas:ed. papyrus, 1989.
- Manuel Sérgio, *Para uma epistemologia da motricidade humana*, Portugal:ed. compendium, 1988.
- Marey, E.J. *La Locomotion Animale, Traité de Physiologie Biologique*, Paris, 1901.
- Masterman,M. *The nature of a paradigm in Criticism and growth of knowledge, Proceedings of the international colloquium in the philosophy of science-1965*,Cambridge:Cambridge University Press,1970.
- Poincaré,H. *A ciência e a hipótese*, ed UNB,1984.
- Popper,K. *A lógica da pesquisa científica*, São Paulo: cultrix,1989.
- Prigogine,I. & Stengers,I. *A nova aliança*, ed UNB, 1991.
- Prigogine,I. & Stengers,I. *Entre o tempo e a eternidade*, São Paulo: companhia das letras, 1992.
- Rasch-Burke *Cinesiologia e Anatomia Aplicada*, Guanabara-Koogan,1977.

Ray,C. *Tempo espaço e filosofia*, Campinas:papirus, 1993.

Rocha Junior,I.C., Mota,C.B., Ávila,A.O.V. *Análise de indicadores cinemáticos no salto em altura Lapem/UFSM*. Anais do IV Congresso nacional de biomecânica.USP-São Paulo,1992.

Serrão,J.C.; Amadio,A.C. *Determinação de forças internas na articulação do joelho - Uma revisão de proposta metodológica no estudo da sobrecarga articular*. Anais do IV Congresso nacional de biomecânica, USP-São Paulo,1992.

Stegmüller,W. *A filosofia contemporânea: introdução crítica*. v.1-2, São Paulo:E.P.U., 1977.

Stewart,I. *Does god play dice? the new mathematics of chaos*, England: B.Blackwell, 1989.

Thomaz,F.O. *Estudo da desaceleração nos 100 metros rasos*, UFRJ, dissertação de mestrado, 1983.

Wittgenstein,L. *Tractatus logico-philosophicus*, São Paulo:edusp,1993.