



BIOMECÂNICA NA GRADUAÇÃO: RESULTADOS DA APLICAÇÃO PRÁTICA DOS PRINCÍPIOS MÍNIMOS.

Sônia Cavalcanti Corrêa

Universidade Presbiteriana Mackenzie – Brasil

Resumo: A Biomecânica ainda é considerada por muitos profissionais ligados à área de Educação Física como uma disciplina muito distante de seu contexto de trabalho. O objetivo do presente estudo é discutir a estrutura teórica mínima da biomecânica na graduação e apresentar como é desenvolvido de forma prática no ensino/pesquisa no Curso de Educação Física da Universidade Presbiteriana Mackenzie.

Palavras-chave: Educação Física, Biomecânica, princípios mínimos.

BIOMECHANICS IN THE GRADUATION COURSE: TO DISCUSS THE MINIMAL THEORETICAL STRUCTURE

Abstract Biomechanics is still considered by several professionals linked to the Physical Education area as a discipline very far away from their work context. The aim of this study is to discuss the minimal theoretical structure of the Biomechanics in the graduation course and show the way it is practically applied in teaching/research/ in the Physical Education Course from the Presbyterian University Mackenzie.

Keywords: Physical Education, Biomechanics, minimal principles.

INTRODUÇÃO

A biomecânica estudada na graduação em Educação Física pode ser definida como a aplicação dos princípios da mecânica no estudo das habilidades motoras básicas do ser humano, e em específico no estudo dos movimentos esportivos. Quando se fala em mecânica obviamente se fala da física e da matemática básica aplicada na compreensão e utilização das fórmulas que descrevem o movimento. Isto por si só já é motivo para que os alunos de graduação tenham verdadeiro pavor da disciplina antes mesmo de começar o curso, até pelo relato dos colegas que já a cursaram. A minha experiência de mais de 20 anos atuando no ensino da Biomecânica /Cinesiologia na graduação e pós-graduação me assegura que os alunos em geral têm razão de temer a Biomecânica na graduação. Parte pela formação de nossos alunos, em que muitos afirmam que esperavam nunca mais se defrontar com a Física e Matemática, mas também pela abordagem extremamente teórica aplicada por vários professores.

É claro que me coloco entre estes, e posso relatar que ao começar a lecionar na graduação, logo após terminar o Mestrado em Engenharia Biomédica da COPPE (UFRJ), acreditava que para que os alunos entendessem o básico da biomecânica seria necessário que vissem um grande número de fórmulas teóricas da física, entendessem bem a sua aplicação teórica e que, a partir disto, com alguns exemplos aplicados eles próprios conseguiriam fazer a ponte para a aplicação do dia-a-dia. Hoje para

mim está cada vez mais claro que este conhecimento mais teórico é necessário e fundamental para quem pretende pesquisar em biomecânica, mas supérfluo para a grande maioria dos nossos alunos de graduação que gostariam muito de utilizar a “famosa” biomecânica com seus alunos, e/ou atletas. Isto ficou evidenciado em questionário (Corrêa, 2004) aplicado a profissionais de Educação Física em que os principais resultados foram que 27% lembravam pouco de Biomecânica/Cinesiologia, 34% utilizavam nada ou quase nada destas disciplinas na vida diária e 39% utilizavam somente as variáveis relacionadas à manutenção da postura.

Eu, como professora de Biomecânica na Graduação, pergunto então: nós professores queremos que a disciplina seja simplesmente informativa, em que mostramos como é complexa e importante dentro da análise do movimento, ou desejamos sim que mesmo de uma forma qualitativa nossos alunos sejam capazes de aplicá-la?

Este problema não é só nosso no Brasil (Rangel-Betti e Betti, 1996), mas pode ser considerado um problema internacional, pois Sanders e Sanders (2001) relatam existir ainda hoje uma grande lacuna entre os conhecimentos produzidos dentro dos laboratórios de biomecânica e os aplicados pelos técnicos e professores em geral

O problema então é: Como conseguir fazer a biomecânica, com seus conceitos da mecânica clássica, ser aplicada de uma forma fácil pelos alunos da graduação em problemas dentro de sua realidade?

O objetivo do presente estudo portanto é discutir a estrutura teórica mínima da biomecânica na graduação e apresentar como é desenvolvida de forma prática no ensino/pesquisa/extensão no Curso de Educação Física da Universidade Presbiteriana Mackenzie

PRINCÍPIOS MÍNIMOS A SEREM ABORDADOS NA GRADUAÇÃO.

Knudson (2007) apresenta uma tabela, segundo três autores, dos princípios gerais da Biomecânica que poderiam ser usados como estrutura teórica para facilitar o professor e o técnico a focar nas causas dos erros na dinâmica do movimento humano. Esta tabela (tabela 1) é reproduzida abaixo. Norman (1975) concluiu que os estudantes necessitavam se concentrar na compreensão de um pequeno grupo de princípios gerais da biomecânica (10 princípios) sendo os três últimos casos especiais da relação impulso – momentum (quantidade de movimento). Hudson (1995) defendia que para que os princípios biomecânicos fossem realmente utilizados na prática deveriam ser visualmente observáveis e optou por uma terminologia menos técnica. Na tentativa mais recente Knudson (2003), organizou-os de acordo com os princípios do movimento (os relacionando às três leis de Newton) e do resultado final da saída do projétil.

Nesta mesma direção Corrêa e Freire (2006) apresentaram um ensaio, construindo um texto para graduandos e professores de Educação Física, que tinha como objetivos: defender a importância da biomecânica como conteúdo da Educação Física Escolar e como conhecimento que fundamenta a prática pedagógica do professor, e a partir dos conceitos biomecânicos básicos contidos principalmente nas 3 leis de Newton, apresentar alguns exemplos de situações em que o conhecimento da Biomecânica poderia auxiliar na solução de problemas frequentes na Educação Física Escolar.

Tabela I - Comparação dos princípios gerais da biomecânica.

Knudson (2003)	Hudson (1995)	Norman (1975)
Princípios do movimento		
Equilíbrio	Equilíbrio	Estabilidade
Coordenação - Continuum	Coordenação	Continuidade da força
Força - movimento		Influência combinada da força e seu tempo de aplicação
Força - tempo		
Inércia	Corpo compacto	Direção da força aplicada
Amplitude de movimento	Amplitude de movimento	Soma das forças articulares
Interação entre segmentos	Natureza dos segmentos	Soma das velocidades dos segmentos corporais
	Número dos segmentos	Produção do momentum angular
Princípios do projétil		
Projeção ótima	Trajetória da projeção	Conservação do momentum (linear e angular)
Giro	Giro	Manipulação da distribuição do peso
	Velocidade do movimento	Manipulação do momentum angular do segmento
	Extensão na soltura	

PROPOSTA CONCRETA DE APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS MÍNIMOS À DISCIPLINA DA GRADUAÇÃO NO MACKENZIE.

A proposta hoje desenvolvida em Biomecânica no Mackenzie está intimamente vinculada à aplicação prática dos princípios mínimos enquanto relacionados com as três Leis de Newton. O processo se inicia a partir da escolha dos alunos (já divididos em grupo) de um movimento a ser analisado. Podendo este movimento estar vinculado a qualquer uma das áreas da graduação – licenciatura, qualidade de vida, treinamento. Como exemplo já tivemos grupos abordando os seguintes movimentos: de elevar uma carga qualquer, o arremesso de idosos, o andar - de crianças de diferentes faixas etárias, de pessoas com diferentes graus de lesão, exercícios de musculação, gestos esportivos em geral. A partir desta escolha os alunos fazem uma filmagem em vídeo de um indivíduo executando o movimento que seria considerado o correto e de três movimentos com erros pré-determinados pelos próprios alunos. O semestre inteiro os alunos lidam com este movimento primeiramente seguindo os passos determinados por Gerry Carr (1998) para uma análise qualitativa do movimento correto e após, utilizando os conceitos dados em aula - relacionados às três Leis de Newton - analisam mecanicamente o movimento correto e os erros sugeridos, apresentando em forma de seminário ao final do semestre para toda a turma.

O conteúdo desenvolvido durante o semestre aborda: Conceituação da biomecânica, e sua aplicação no estudo dos movimentos; métodos de análise em biomecânica; as três leis de Newton (no movimento linear e angular), o conceito de atrito e sua relação com o giro do projétil. Importante frisar que para as três leis de Newton os conceitos no movimento linear e angular não são desvinculados (como normalmente aparecem nos livros), isto é, discute-se cada lei nos movimentos de translação e rotação que ocorrem concomitantemente no corpo humano.

A ênfase é dada na aplicação prática dos conceitos, mas as fórmulas associadas aos princípios são apresentadas e discutidas. Para isto os alunos são estimulados através de questionários dirigidos a procurarem respostas nos livros mais teóricos como Hamill e Knutzen (1999), Peter Mcguiniss (2002), Susan Hall (1991) e a lerem em maiores detalhes o Gerry Carr (1998) que tem por característica não apresentar fórmula nenhuma e trazer uma linguagem de fácil compreensão.

Cada grupo ao apresentar o seu trabalho para a turma coloca on-line o trabalho escrito e cinco perguntas (não respondidas) relativas ao trabalho. Destas uma será escolhida para fazer parte da prova final (as perguntas da turma perfazem 50% da prova final). A intenção é estimular que a turma preste atenção ao seminário dos colegas e procure realmente compreender a explicação biomecânica para os diversos movimentos, aproveitando o aprendizado prático dos outros grupos.

Esta estratégia tem se mostrado produtiva e os alunos que no início se mostram extremamente reticentes com relação à disciplina ao final, apesar do grande dispêndio de energia para a aprovação na disciplina, e principalmente para montar o seminário, se sentem vitoriosos por conseguirem fazer uma aplicação prática. Além disto mais alunos da licenciatura procuram a biomecânica para fazerem os seus trabalhos de final de curso, o que seria improvável algum tempo atrás.

RELAÇÃO DA ESTRATÉGIA DESENVOLVIDA COM A PESQUISA E EXTENSÃO.

Assim como a ênfase na graduação está toda voltada para a parte prática, tanto a Pesquisa como a Extensão estão direcionadas também para a resolução de problemas vindos diretamente da prática, em todas as áreas, licenciatura, qualidade de vida e treinamento, tanto utilizando a análise qualitativa como quantitativa.

O principal projeto desenvolvido nos últimos anos pelo grupo de estudos em Biomecânica do Mackenzie foi desenvolvido em conjunto com o Esporte Clube Pinheiros nas modalidades: ginástica artística, pólo aquático, basquetebol, voleibol, atletismo (corrida de meio-fundo e fundo), e esgrima e tinha como objetivos: Estabelecer um diálogo com os técnicos e professores inicialmente para identificar as necessidades de cada modalidade com relação a problemas básicos que surgem na aprendizagem ou na correção de erros técnicos na performance de alto nível; após definir as variáveis mecânicas a serem analisadas, estruturar a forma de coleta de dados em conjunto com os técnicos e professores, e com o auxílio dos alunos e monitores da Faculdade de Educação Física da Universidade Presbiteriana Mackenzie e coletar dados no ambiente específico em que se desenvolve a modalidade e retornar no menor tempo possível os dados para os professores e técnicos, na intenção de criar uma interação real entre o meio acadêmico e o local de intervenção profissional.

Como constava na proposta inicial os avanços foram dentro da área prática de aplicação da biomecânica ao treinamento. Após o contato com os técnicos para determinação das variáveis mecânicas a serem analisadas, se determinou então os planos de filmagem, os locais onde deveriam ser colocadas as câmeras e os pontos anatômicos a serem marcados. Disto resultaram coletas de dados para projetos pilotos das várias modalidades utilizando, quando necessário, filmagem analógica e processamento manual de marcas. (Corrêa et al. 2006a, b; Menezes et al., 2006; Piceda et al., 2006; Romano et al. 2006; Simões et al, 2006; Teixeira et al. 2006). Foram identificados os problemas e os erros principais o que gerou uma nova estrutura de coleta de dados com câmeras digitais, ambiente controlado para diminuição de erros, sendo também implementado um novo processamento automático de dados. Para isto foi necessário busca de soluções para posicionamento das câmeras, controle da luminosidade, controle dos reflexos, posicionamento das marcas, e checagem do equipamento. Construção de equipamento denominado "varal" para poder levar as marcas de calibração para fora do laboratório, ou seja, em ambiente de jogo, treino e competição, tanto em terra como na água. Teste e aquisição de material para: controle dos reflexos (tecido TNT) e marcas (adesivo reflexivo - material da 3M). Este processo demandou um tempo de laboratório muito grande, mas também foi muito rico e de grande crescimento para todo o grupo, permitindo estabelecer uma metodologia clara e precisa de coleta de dados

em campo. Este foi o primeiro grande resultado do grupo, e que inicialmente o diferencia dos outros vários grupos de biomecânica.

Esta característica de desenvolvimento de metodologia para coleta de dados na prática se repete para os movimentos na água. O grupo está trabalhando na coleta de dados principalmente da plataforma de força e da eletromiografia na água e este é o foco principal no grupo de estudos desenvolvido com a graduação, tendo alunos do primeiro ao último semestre (Corrêa et al., 2007a, b).

Na área de qualidade de vida a principal característica da pesquisa está em desenvolver trabalhos que respondam a problemas relacionados a exercícios na academia – tanto de ginástica como de musculação. (Silva e Corrêa, 2005; Fiel e Corrêa, 2006)

A licenciatura se torna cada vez mais presente na pesquisa em biomecânica sendo é claro, eminentemente qualitativa. A proposta é trazer subsídios para o professor utilizar em sua prática diária. Os trabalhos desenvolvidos e em andamento são:

A) A biomecânica no ensino da ginástica olímpica, especificamente no rodante em que os objetivos do estudo foram: Analisar seqüências pedagógicas utilizadas no ensino e aprendizado do rodante e os erros mais comuns neste ensino/aprendizado, assim como suas correções; estabelecer os parâmetros biomecânicos que interferem na execução do rodante e verificar a aplicação dos princípios da Biomecânica neste ensino/aprendizado (Simões, 2006).

B) O uso da biomecânica na Educação Física Infantil como material de apoio para o desenvolvimento do equilíbrio. O objetivo foi inicialmente descrever e analisar as atividades utilizadas pelos professores para desenvolver o equilíbrio. A partir disto auxiliar a prática profissional relacionada à aprendizagem dos alunos através de sugestões para exercícios com base no apoio teórico fornecido pela Biomecânica (Picada, 2006).

C) Biomecânica como auxiliar do professor de atletismo nas modalidades vinculadas a projétil. Os objetivos específicos são verificar se os professores conhecem e aplicam os conceitos de projétil; descrever como os livros de atletismo abordam os conceitos de projétil e sugerir formas práticas de aplicação do conceito de projétil para a proposta pedagógica do professor no ensino do atletismo (Thomé, 2007).

CONCLUSÃO

A Biomecânica por natureza é uma disciplina que por seu vínculo com a matemática e física, leva a um afastamento dos que não são pesquisadores da área e por sua necessidade de precisão leva a que os pesquisadores permaneçam em seu ambiente de laboratório. Isto aos poucos, pela própria necessidade da utilização prática pelo profissional de Educação Física está se alterando. Knudson (2007) propõe a formação de um grupo de discussão internacional para se determinar a terminologia padrão para os princípios da biomecânica aplicada assim como uma cooperação internacional maior na pesquisa sobre a aplicação da biomecânica na análise qualitativa de habilidades motoras em geral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

CARR, G. *Biomecânica do esporte um guia pratico*. São Paulo: Manole, 1998.

CORRÊA, S. C. A biomecânica como ferramenta de intervenção na prática profissional. In: XXVII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte - CELAFISCS, 2004, São Paulo. *Anais do XXVII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte - CELAFISCS*, 2004. p.290.

CORRÊA, S. C.; BERTUZZI, R.; ROMANO, R.; ALVES, F.; GUIMARÃES, G. Effects of an external load on power output during vertical jumps: a pilot study with water polo goal keepers. Trabalho aceito no XXIV Symposium of the International Society of Biomechanics in Sports. Ouro Preto, Brasil, agosto 2007a.

CORRÊA, S. C.; ALVES, F.; BOTELHO, A.; RAMA, L.; MARTINS-SILVA, A. Active drag and physical characteristics in age group swimmers. Trabalho aceito no XXIV Symposium of the International Society of Biomechanics in Sports. Ouro Preto, Brasil, agosto 2007a.

CORRÊA, S. C., FREIRE, E. S. Biomecânica e Educação Física Escolar: possibilidades de aproximação. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte.*, v.3, p.107 - 124, 2004.

CORRÊA, S. C., MENEZES, R., PAIANO, R., BOJIKIAN, J.C., SILVA, D., FERREIRA, D., SOUZA, A.F. Kinematic analysis of volleyball spike In: XXIV Symposium of the International Society of Biomechanics in Sports, Salzburg. Proceedings of the XXIV Symposium of the International Society of Biomechanics in Sports, 2006a.

CORRÊA, S. C., OLIVEIRA, D., FIEL, M. S., MELLO, E.S., MIAKOTNYKH, G., CARDOSO, M.F. Descrição biomecânica do movimento à fundo com florete na esgrima: dados preliminares In: XI Congresso de Ciências do Desporto e Educação Física dos Países de Língua Portuguesa, 2006, São Paulo. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 2006b, v.20, p.381.

FIEL, M. S.; CORRÊA, S. C. Comparação da atividade muscular e da força de impacto entre a caminhada e o step em diferentes ritmos. In II Jornada de Iniciação Científica da Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo. *Anais II Jornada de Iniciação Científica da Universidade Presbiteriana Mackenzie*, 2006, p.1-26.

HALL, S. *Biomecânica Básica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.

HAMILL, J., KNUTZEN, K. M. *Bases Biomecânicas do Movimento Humano*. São Paulo: Manole, 1999.

KNUDSON, D. Qualitative biomechanical principles for application in coaching. *Sports Biomechanics*, v.6, n.1, p.109-118, 2007.

MCGUINISS, P. *Biomecânica do Esporte e Exercício*. Rio Grande do Sul: Artmed, 2002

MENEZES, R., PAIANO, R., CORRÊA, S. C., SOUZA, A.F. Comparação biomecânica entre atletas masculinos e femininos de voleibol In: XI Congresso de Ciências do Desporto e Educação Física dos Países de Língua Portuguesa, 2006, São Paulo. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, 2006, v.20, p.380.

PICEDA, V.V. Análise biomecânica do ensino da variável equilíbrio no ensino fundamental. Monografia curso de graduação em Educação Física, Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2006.

PICEDA, V. V., THOMÉ, F. F., SILVA, E. V. M. E., CORRÊA, S. C., CASTILLO, C. R. Análise cinemática do padrão de corrida de corredores de meio-fundo: dados preliminares. In: XI Congresso de Ciências do Desporto e Educação Física dos Países de Língua Portuguesa, 2006, São Paulo. Revista Brasileira de Educação Física e Esporte , 2006, v.20, p.377.

RANGEL-BETTI, I.C.;BETTI, M. Novas perspectivas na Formação Profissional em Educação Física. Motriz, v.2, n.1, p.10-15, 1996.

ROMANO, R. G., JÚLIO, U. F., CORRÊA, S. C., TONDATO, P. Determinação do componente diferencial do arremesso de lance livre: força de impulsão e frenagem. In: XI Congresso de Ciências do Desporto e Educação Física dos Países de Língua Portuguesa, 2006, São Paulo. Revista Brasileira de Educação Física e Esporte , 2006, v.20, p.382.

SANDERS, R; SANDERS, L. Improving dissemination and application of sport science to physical educators. *Motriz*, v.7, n.1, p.81-85,2001.

SILVA, D., CORRÊA, S. C. Estudo comparativo da atividade do músculo reto abdominal em exercício abdominal no solo e com aparelho: Uma abordagem eletromiográfica In: XXVIII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte, 2005, São Paulo. Anais do XXVIII Simpósio Internacional de Ciências do Esporte , 2005. p.284

SIMOES, P. A Análise das variáveis biomecânicas intervenientes no aprendizado da rondada em ginástica olímpica. Monografia curso de graduação em Educação Física, Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2006.

SIMOES, P. A., GRILLO, D. E., OLIO, M. M., BLANCO, R. B., CORRÊA, S. C. Guinguer: análise cinemática da execução correta e incorreta In: XI Congresso de Ciências do Desporto e Educação Física dos Países de Língua Portuguesa, 2006, São Paulo. Revista Brasileira de Educação Física e Esporte , 2006. v.20. p.383.

TEIXEIRA, S., CORRÊA, S. C., GUIMARAES JUNIOR, G. Análise angular do joelho na pernada alterada no pólo aquático: dados preliminares In: XI Congresso de Ciências do Desporto e Educação Física dos Países de Língua Portuguesa, 2006, São Paulo. Revista Brasileira de Educação Física e Esporte , 2006, v.20, p.377.

THOMÉ, F. F. Biomecânica como auxiliar do professor de atletismo nas modalidades vinculadas a projétil. Monografia curso de graduação em Educação Física, Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2007.

Contatos

Universidade Presbiteriana Mackenzie
Fone: 3555 2131
Endereço: Av. Mackenzie, 905 – Tamboré – Barueri/SP – Cep.: 06460-130
E-mail: soniac@mackenzie.com.br

Tramitação
Recebido em: 08/07/2007
Aceito em: 03/08/2007