

# O ENSINO DA BIOMECÂNICA EM CURSOS DE EDUCAÇÃO FÍSICA: REFLEXÕES À LUZ DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Rachel Saraiva Belmont<sup>1</sup>  
Evelyse dos Santos Lemos<sup>2</sup>

## RESUMO

Quando pensamos na atuação do profissional de Educação Física e nos saberes básicos que orientam este fazer, é fácil reconhecer o papel instrumentalizador dos conceitos biomecânicos. Profissionais da área de Educação Física que pouco aprenderam os fundamentos da Biomecânica, tendem a apresentar maior dificuldade na utilização desse conhecimento nos contextos práticos. Uma das possíveis causas deste problema é o processo de ensino e de aprendizagem conceitual nos cursos de formação inicial. Partindo desta realidade, o objetivo deste ensaio é discutir como a Teoria da Aprendizagem Significativa pode subsidiar o processo de ensino e de aprendizagem da Biomecânica nos cursos de graduação em Educação Física. A reflexão se centrará no “que” ensinar e em “como” ensinar os conceitos centrais da Biomecânica utilizando o referencial teórico assumido. Desta forma, esperamos ampliar a discussão sobre o processo educativo com vistas a favorecer a aprendizagem significativa da Biomecânica nos cursos de Educação Física.

**Palavras-chave:** Educação Superior. Aprendizagem. Educação Física.

## TEACHING BIOMECHANICS IN PHYSICAL EDUCATION COURSES: REFLECTIONS WITH MEANINGFUL LEARNING THEORY

### ABSTRACT

When we think about the Physical Education professional performance and the basic knowledge that guides this work, it is easy to recognize the essential role of Biomechanical concepts. Physical Education professionals who did not learn the fundamentals of Biomechanics, tend to have more difficulty applying knowledge in practical contexts. One of the possible causes for this problem is related to teaching and conceptual learning in undergraduate courses. Addressing this question, the aim of this paper is to discuss how the Meaningful Learning Theory can subsidize teaching and learning Biomechanics in undergraduate Physical Education courses. The text will focus on “what” to teach and “how” to teach the central Biomechanical concepts using the assumed theoretical framework. In this way, we hope to broaden the discussion about the educational process in order to foster meaningful learning of Biomechanics in Physical Education courses.

**Keywords:** Higher Education. Learning. Physical Education.

### 1 INTRODUÇÃO

A Biomecânica é disciplina obrigatória na maioria dos cursos de graduação em Educação Física por ser considerada fundamental para subsidiar a prática dos profissionais da área. Hartz (1974, p.189) define a Biomecânica como “[...] o estudo da estrutura e função dos sistemas biológicos por

<sup>1</sup> Doutora em Ensino em Biociências e Saúde pela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Rio de Janeiro, RJ, Brasil  
rachelbelmont@gmail.com

<sup>2</sup> Doutora em Ensino de Ciências pelo Programa Internacional de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias da Universidade de Burgos/Espanha Fundação Oswaldo Cruz  
evelyse@ioc.fiocruz.br

meio dos métodos da Mecânica”. Assim, ela integra conhecimentos oriundos da Biologia e da Física e envolve tanto a descrição quanto o estudo das causas do movimento humano (KNUDSON, 2007). Embora esse *corpus* de conhecimento oriente o professor quanto às intervenções mais adequadas ao processo educativo, a investigação sobre o ensino e, principalmente sobre a aprendizagem da Biomecânica ainda é incipiente (KNUDSON, 2010).

Apesar do aparente consenso sobre a importância desta disciplina na formação inicial, não é difícil constatar que profissionais já formados pouco aplicam seus conceitos/fundamentos no exercício da profissão. Segundo Corrêa (2004), embora os professores de Educação Física pouco utilizem esse conhecimento em suas práticas profissionais, a maioria acredita ser importante manter a Biomecânica na grade curricular da graduação. Ademais, profissionais de alto rendimento são mais preocupados com os conceitos biomecânicos do que os professores que atuam na Educação Básica (LADEIRA et al., 2011).

A pouca apropriação da Biomecânica pelos profissionais tem causa multifatorial e está relacionada, dentre outros fatores, com: (i) a dificuldade de compreensão da linguagem especializada e o difícil acesso aos textos científicos (SANDERS; SANDERS, 2001); (ii) o conhecimento produzido na área, que pouco tem se centrado nas questões pedagógicas que serão de fato utilizadas pelos professores (BATISTA, 2001); (vi) a metodologia utilizada para o ensino na graduação, que não tem favorecido a compreensão e aplicação de conceitos (CORRÊA; FREIRE, 2004); (v) a visão limitada dos Parâmetros Curriculares Nacionais (referência para os professores da Educação Básica), que associa a Biomecânica, de forma restrita, principalmente à correção postural e ao esporte competitivo, afastando-a da realidade escolar (FREITAS; LOBO DA COSTA, 2000).

Não nos ateremos às causas da pequena apropriação desta Biociência no cotidiano do profissional de Educação Física, no entanto, nos interessa enfatizar que o problema também se centra no processo de ensino e de aprendizagem conceitual, ora desenvolvido nos cursos de graduação. Profissionais da área de Educação Física que pouco aprenderam os fundamentos da Biomecânica com significado, terão maior dificuldade na utilização desse conhecimento nos contextos formativos e práticos.

Belmont, Batista e Lemos (2011) identificaram que alunos de um curso introdutório de Biomecânica possuíam dificuldades na utilização do conhecimento quando solicitados a solucionar problemas que demandavam relações entre dois ou mais conceitos. Além disso, a maioria desses alunos não se via como responsável pela própria aprendizagem visto que possuía maior disposição para a memorização de definições do que para a aprendizagem significativa (BELMONT; LEMOS, 2012).

Acreditando que a aprendizagem com significado pessoal é fundamental para a formação de profissionais autônomos e, portanto, que o ensino deve favorecer a aprendizagem significativa, a Teoria da Aprendizagem Significativa -TAS- (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; AUSUBEL, 2003; GOWIN, 1981; NOVAK, 2010) foi assumida como marco teórico deste estudo.

Diante disso, o objetivo deste texto é discutir como a TAS pode subsidiar o processo de ensino e de aprendizagem da Biomecânica em cursos de graduação em Educação Física. A discussão se centrará no “que” ensinar e em “como” ensinar os conceitos centrais da Biomecânica utilizando o referencial teórico assumido.

Esperamos colaborar para o aumento do conhecimento sobre o processo de ensino voltado para a aprendizagem significativa da Biomecânica e, conseqüentemente, sobre a formação do profissional de Educação Física.

## 2 IDEIAS CENTRAIS DO ENSINO NA PERSPECTIVA DA TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A aprendizagem significativa é o conceito central da teoria proposta por Ausubel, Novak e Hanesian (1980) e sua ocorrência requer que o aprendiz relacione, de forma não arbitrária (não aleatória) e substantiva (não literal), novas informações às ideias relevantes previamente existentes

em sua estrutura cognitiva. Desta forma, a aprendizagem significativa demanda interação ativa e integradora entre novos conceitos e os conhecimentos prévios dos alunos. Nesse processo de assimilação, tanto a nova informação como a estrutura pré-existente acabam modificadas.

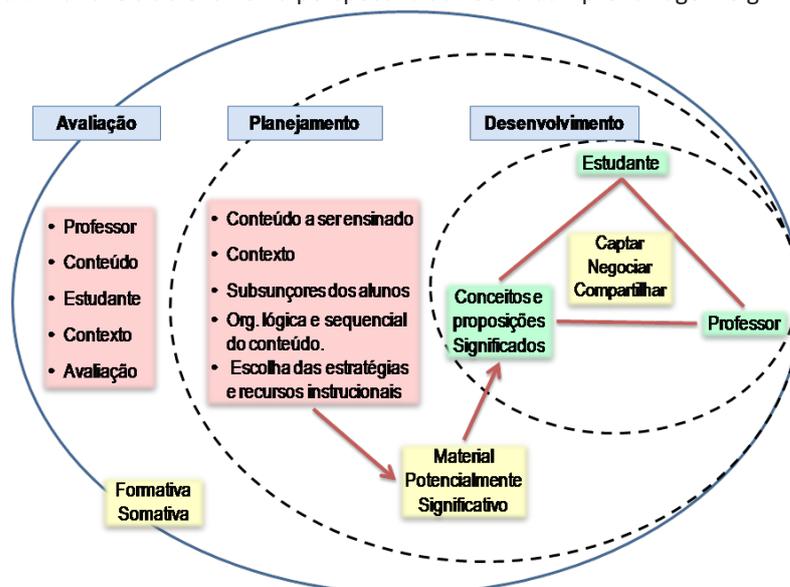
Ausubel (2003) também chama a atenção para a aprendizagem por memorização literal (mecânica), muito estimulada nos contextos formativos atuais. Nesta, diferente de como se dá a aprendizagem com significado, a nova informação se relaciona com a estrutura cognitiva do aprendiz de forma arbitrária e literal. Ou seja, no processo de memorização, a nova informação será pouco ou não relacionada aos conhecimentos prévios específicos, resultando em pequena ou nenhuma aquisição de novos significados. Segundo o referido autor, a utilização das ideias memorizadas é limitada a situações similares as quais foram apreendidas. Por outro lado, a possibilidade de resolver problemas em novas situações, demanda um conhecimento organizado e consolidado, aspectos inerentes à aprendizagem significativa.

Além disso, para que ocorra a aprendizagem significativa, o material de ensino deve ser potencialmente significativo, isto é, passível de ser relacionado com a estrutura cognitiva do aprendiz. Este, por sua vez, deve apresentar disposição para aprender com significado, agindo intencionalmente para estabelecer relações conceituais de forma substantiva e não arbitrária.

É papel dos profissionais do ensino, criar situações que permitam aos alunos aprender com significado. Segundo Novak (2010) o evento educativo integra, além da cognição, aspectos contextuais, afetivos e procedimentais. Nessa perspectiva, o aprendiz e o professor interagem com o conhecimento em um processo constantemente avaliado, que se efetiva em um contexto particular. Assim, a interação social é fundamental na aquisição de novos conhecimentos. Segundo Gowin (1981), professores e alunos são corresponsáveis no processo de ensino. Para o referido autor, os significados do material instrucional devem ser negociados e compartilhados entre professor e aluno em um processo dialógico a fim de favorecer a aprendizagem significativa. A Figura 1 ilustra resumidamente, a dinâmica entre as etapas do ensino subsidiado pela TAS.

Nesse contexto, obter evidências de aprendizagem significativa não é tarefa simples. Ausubel, Novak e Hanesian (1980) recomendam que as questões/testes/atividades escritas ou orais sejam elaboradas de forma que o aluno não consiga resolvê-las utilizando conteúdo memorizado. Ou seja, as questões e/ou problemas devem ser formulados em linguagem nova e apresentando situações diferentes das discutidas durante as aulas.

Figura 1: Variáveis do ensino na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa<sup>3</sup>



Fonte: Belmont, Knudson e Lemos (2014).

<sup>3</sup> Embora a figura possa ser lida da esquerda para a direita, cada estágio interage com os demais durante o processo educativo. A avaliação final, que inclui os elementos da educação, é fundamental para constantes reformulações do ensino.

Posto isso, o ensino é um evento complexo que deve ser entendido e praticado como uma atividade meio para favorecer a aprendizagem significativa (LEMOS, 2005). Dessa forma, o processo de ensino deve ajudar o aluno a enxergar as relações conceituais, além de conduzi-lo para a compreensão da lógica da construção do conhecimento, auxiliando-o no desenvolvimento da autonomia para aprender. Ensinar, nesta perspectiva, requer plena atenção aos aspectos cognitivo e afetivo do aluno, ao contexto micro e macrosocial o qual ele integra e, à natureza do conhecimento a ser ensinado. Como detalharemos a seguir, não é a quantidade de conteúdo que importa, mas valorizar as ideias centrais do tema para que o aprendiz construa um arcabouço de conhecimento que lhe permita seguir aprendendo.

### 3 CONTEÚDO DOS CURSOS INTRODUTÓRIOS DE BIOMECÂNICA

De acordo com a produção científica na área, é possível afirmar que a preocupação com o conteúdo a ser ensinado na disciplina Biomecânica dos cursos de Educação Física não é recente, muito embora o predomínio desta discussão tenha adquirido força nos últimos anos. Além dos conceitos, um outro aspecto recorrente nesse debate é o método para análise de movimento a ser priorizado na graduação que, dependendo do foco, pode ser qualitativo e/ou quantitativo.

Davis (1984), ao discutir o “dilema pedagógico” referente ao ensino da Biomecânica, sugeriu duas possíveis aproximações para com os cursos de graduação em Educação Física. O autor chamou de *Biomaxmecânica* a aproximação que enfatiza a Física e a Matemática a fim de preparar os estudantes para estudos avançados como os de pós-graduações *stricto sensu* voltados para a pesquisa experimental na área. A outra aproximação e, principal discussão de seu artigo, é a *Bioinimecânica* que corresponde à apresentação do mínimo indispensável de teoria aplicada aos problemas encontrados na prática profissional. O autor não mencionou os temas a serem trabalhados, mas sugeriu que o material de ensino utilizado, até então muito especializado e matematizado, seja simplificado para que os estudantes desenvolvam entendimento da área e habilidade para sua utilização na condução de análises qualitativas. Ou seja, propôs que a ênfase seja dada à resolução de problemas práticos, pois os “[...] alunos que, assim, veem a relevância da teoria, talvez, sejam mais motivados à compreensão dos conceitos” (DAVIS, 1984, p. 120). Finalmente, sugeriu que o ensino da Biomecânica deva focar nas técnicas de análise simples, como filmagem e fotografia voltadas para análises qualitativas, visto que as técnicas não acessíveis (para a realização de análises quantitativas) e que, provavelmente, não serão utilizadas pelos professores, não devem ser priorizados no programa de ensino.

Strohmeyer (2004) e Corrêa e Freire (2004) também chamaram a atenção para a importância da aplicabilidade/utilização do conteúdo e propõem conceitos biomecânicos (QUADRO 1) que consideram fundamentais para a atuação do professor de Educação Física. Os autores, além de explicarem os conceitos, deram exemplos de suas aplicações utilizando contextos do cotidiano do professor. Muito embora o primeiro autor não tenha mencionado a análise qualitativa ou quantitativa como métodos a serem explorados nos cursos, Corrêa e Freire (2004) sugeriram prioridade à análise qualitativa no ensino da Biomecânica. Segundo as autoras, os conceitos biomecânicos estudados devem apresentar aplicações claras, mostrando aos alunos a possibilidade de sua utilização no dia a dia sem omitir equações e fórmulas básicas.

Vilela Junior (1999) acredita que o ensino da Biomecânica não deve abandonar o “[...] eixo norteador desta área do conhecimento, que é construído através da aplicação de metodologias específicas para o estudo do movimento humano, à luz da Mecânica newtoniana” (p. 49). Além disso, acrescentou que os conteúdos devem ser passíveis de assimilação pelos alunos.

Segundo Vilas-Boas (2001), o programa e os métodos de ensino desta Biociência devem buscar satisfazer os objetivos da disciplina, levar em consideração a área da futura atuação profissional dos alunos e “[...] potencializar as competências dos estudantes para a observação, a análise e avaliação subjetiva da técnica [...]” (p. 52), ou seja, deve priorizar a análise qualitativa do movimento com vistas à prescrição de exercícios. De forma similar, porém no contexto americano, a NASPE (2003) (*National*

Association for Sport and Physical Education) estabeleceu diretrizes para os cursos de Biomecânica da graduação em Educação Física e propõe que, ao término do curso, o estudante deva ser capaz de demonstrar competências básicas para observar, analisar e avaliar os movimentos humanos na área esportiva, clínica, educacional e em ambientes de trabalho. Para viabilizar tal proposta, a mencionada associação orienta que os cursos devam trabalhar dentro do *continuum* entre a análise qualitativa e quantitativa, integrando o conhecimento da Anatomia e da Mecânica (QUADRO 1).

Knudson (2003) apresentou uma contextualização histórica sobre a pesquisa e o ensino em Biomecânica que apontou para um desequilíbrio entre os conteúdos oriundos da Biologia e da Mecânica, com ênfase no segundo e na análise quantitativa do movimento humano. O autor acredita que os cursos de Biomecânica devem apresentar um cuidadoso equilíbrio entre os fundamentos biológicos e os da Mecânica, com a aplicação destes aos problemas reais relacionados ao movimento humano. Argumentou que, embora muitos professores defendam o método quantitativo, os cursos podem apresentar aos estudantes ambos os métodos de análise. Indo além, defendeu que se houver predominância de um sobre o outro, que seja do qualitativo sobre o quantitativo com aplicações a problemas reais, ou seja, as análises quantitativas não devem ser supervalorizadas.

Quadro 1: Princípios e conceitos que os autores acreditam serem os mais importantes para compor o programa dos cursos de Biomecânica introdutória. A ordem de apresentação não corresponde às possíveis correspondências entre os conteúdos, mas somente ao que cada autor considera relevante

Knudson 2003; 2007	Hudson 1995	Strohmeyer 2004	Corrêa e Freire 2004	NASPE 2003	Vilela Junior 1999
<p>Força – movimento Força-tempo Equilíbrio Inércia Amplitude de movimento Coordenação Interação segmentar Projeção ótima Giro</p>	<p>Natureza dos segmentos Número de segmentos Equilíbrio Corpo compacto Amplitude de movimento Coordenação Velocidade do movimento Trajetória de projeção Extensão na liberação Giro</p>	<p>Força Tensão Gravidade Equilíbrio Força de absorção Fricção</p>	<p>Velocidade linear e angular e a relação entre elas Conceito de Movimento e velocidade linear e angular e relação entre elas. 1ª lei de Newton: conceitos e aplicações. 2ª lei de Newton: conceito e aplicações no movimento linear e angular. 3ª lei de Newton: conceitos e aplicações.</p>	<p>Estrutura e função articular Mecânica muscular Função neuromuscular Considerações Básicas de Sistemas de movimento linear e angular, operações com vetores. Cinemática Cinética</p>	<p><i>Estática: forças em equilíbrio agindo no corpo.</i> Tipos de forças mecânicas: de contato, peso e forças de tensão. Determinação de resultante. Tipos de equilíbrio. Torque, condições de equilíbrio, determinação do CG, Princípios da hidrostática e exercícios de aplicação ao conteúdo de EF.  <i>Cinemática: o corpo humano em movimento</i> MU, MUV e MV e suas aplicações aos estudos cinemáticos do movimento humano. Exercícios de aplicação ao conteúdo de EF.  <i>Dinâmica: o corpo humano em situações de não equilíbrio</i> Leis de Newton contextualizadas em Biomecânica, trabalho e tipos de energia, Impulso e quantidade de movimento. Princípios da Hidrodinâmica. Exercícios de aplicação ao conteúdo de EF.  <i>Introdução à instrumentação em Biomecânica</i> Medição de tempo, fotografia, videografia, cinematografia, goniometria, eletromiografia, dinamometria, modelos biomecânicos e simulação, análise qualitativa e quantitativa.</p>

**Legenda.** CG: Centro de Gravidade; EF: Educação Física; MU: Movimento Uniforme; MUV: Movimento Uniformemente Variado; MV: Movimento Variado.

Com foco nos profissionais que trabalham com movimento, Hudson (1995) propôs dez conceitos biomecânicos essenciais a serem aprendidos (QUADRO 1). A autora fez analogia desses conceitos com elementos musicais que podem ser equalizados. Assim, dependendo da tarefa motora e de seu objetivo, os conceitos biomecânicos poderiam ser manipulados de modo a aprimorar o movimento.

De forma semelhante, Knudson (2003; 2007) elaborou nove princípios gerais da Biomecânica (QUADRO 1) a fim de melhorar o movimento e reduzir o risco de lesões. O autor advoga a favor da Biomecânica qualitativa para os cursos de graduação e sugere que os princípios podem ser utilizados na perspectiva das análises qualitativas. Embora alguns dos princípios de Hudson (1995) e Knudson (2007) sejam semelhantes, a primeira autora apresenta maior enfoque à Cinemática e o segundo, à Cinética. Os dois enfoques são igualmente importantes na aquisição de conhecimento na área, porém no caso dos cursos de Biomecânica introdutória nos parece que trabalhar com as causas antes da descrição dos movimentos pode ajudar os alunos na compreensão da lógica do conhecimento.

Ausubel, Novak e Hanesian (1980) sugerem que as ideias centrais do conteúdo sejam trabalhadas antes das demais, sempre considerando a natureza do conhecimento prévio do aluno. As ideias centrais seriam aquelas estruturantes e comuns a outros conceitos mais específicos. Dessa forma, a relação entre força e movimento nos parece fundamental às demais relações procedentes da Mecânica. Além disso, princípios por natureza expressam relações conceituais que são fundamentais à aprendizagem significativa. Segundo Novak e Gowin (1984, p. 72) os princípios são “[...] regras conceituais que governam a ligação entre padrões existentes nos fenômenos; têm forma de proposições.”. Por isso, a proposta de Knudson (2007) pode ser mais compatível com a TAS, se planejada e desenvolvida segundo seus princípios. Belmont, Knudson e Lemos (2014) apresentaram um exemplo de proposta de ensino, subsidiada pela TAS, que integra os princípios biomecânicos de Knudson (2007) e o método da Análise Qualitativa do Movimento (KNUDSON, 2013) com o foco na formação continuada de professores da Educação Básica.

Ao que parece, algumas das questões pedagógicas enfrentadas pelos cursos de Biomecânica no Brasil são similares às apresentadas por autores estrangeiros. Embora quatro autores estrangeiros (HUDSON, 1995; KNUDSON, 2003; 2007; NASPE, 2003; STROHMEYER, 2004) e dois brasileiros (CORRÊA; FREIRE, 2004; VILELA JUNIOR, 1999) tenham sugerido conteúdos para compor o currículo da disciplina, é visível que as propostas possuem semelhanças, visto que os conceitos considerados fundamentais para o ensino e a aprendizagem são praticamente os mesmos, mudando apenas sua forma de apresentação (QUADRO 1). Além do conteúdo a ser ensinado nas aulas de Biomecânica, a maioria dos autores sugeriu que as análises qualitativas sejam priorizadas no ensino.

A partir desta breve apresentação sobre as questões que permeiam o ensino da Biomecânica, é possível verificar que a visão sobre o ensino e a aprendizagem desta disciplina vem sofrendo modificações, mesmo que lentamente. Apesar da evidente preocupação com o contexto formativo, os referidos autores não se aprofundaram na discussão sobre o conteúdo pedagógico inerente ao ensino da Biomecânica. É fundamental que a discussão sobre o ensino e a aprendizagem da Biomecânica não se centre somente no conteúdo específico. É preciso focar igualmente na forma como esses conceitos são organizados e, ainda, como são apresentados e avaliados.

#### **4 COMO ENSINAR OS CONCEITOS CENTRAIS DA BIOMECÂNICA NA GRADUAÇÃO?**

Assim como o domínio do conhecimento específico da Biomecânica, o domínio do conhecimento pedagógico do conteúdo é fundamental no planejamento, desenvolvimento e avaliação do ensino. Segundo Shulman (1986) o conhecimento pedagógico do conteúdo não só auxilia o professor a encontrar a melhor forma de ensinar, mas a entender, a partir dos conhecimentos que os alunos possuem, o porquê de algumas ideias serem mais facilmente aprendidas que outras. Em outras palavras, para que a docência da Biomecânica tenha potencial para favorecer a compreensão

e utilização desses conceitos na prática profissional, é preciso que o professor considere, além do conteúdo específico, as variáveis que, concomitantemente, influenciam o processo educativo que são, segundo Novak (2010): professor, estudante, conteúdo, contexto e avaliação (FIGURA 1). No paradigma construtivista, entender como os alunos aprendem é fundamental para a elaboração de propostas de ensino comprometidas com a aprendizagem significativa. Porto et al. (2013), chamaram a atenção para a formação dos professores de Biomecânica dos cursos de Educação Física das instituições de ensino do estado do Rio de Janeiro. Segundo os autores, o fato de muitos professores serem fisioterapeutas pode não ser positivo para a qualidade do ensino da Biomecânica, visto que existem especificidades da área de Educação Física que podem não ser consideradas. Para além da avaliação realizada por Porto et al. (2013) e considerando as ideias de Shulman (1986), outro problema do professor fisioterapeuta seria a falta de formação pedagógica para o magistério e, portanto, para o ensino da Biomecânica. Embora essa discussão seja fundamental, não nos centraremos nela.

De acordo com o referencial teórico aqui assumido, não há receitas para o ensino, porém, algumas ideias gerais podem ser consideradas. No planejamento, é fundamental que o docente determine o conteúdo a ser aprendido pelo aluno. Nesse aspecto, sempre considerando a carga horária da disciplina, é necessário determinar as ideias mais relevantes e estruturantes do conteúdo. Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p.137), “[...] o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece.”. Por isso, as novas ideias devem ser relacionáveis ao conhecimento que o aluno possui previamente ao ensino. Essa verificação pode ser realizada por meio de um teste diagnóstico ou mesmo durante o decorrer das primeiras aulas, com sondagens verbais e/ou escritas. Nos cursos de Biomecânica introdutória espera-se que os alunos, após cursarem disciplinas como Anatomia e/ou Cinesiologia (dependendo da instituição de ensino) apresentem conhecimentos básicos e minimamente consolidados sobre o tema. No entanto, a inadequação desses conhecimentos costuma ser um problema recorrente nos cursos de Biomecânica. Conhecimentos prévios insuficientes e/ou, fragmentados e/ou ausentes sobre Anatomia Musculoesquelética podem dificultar a aprendizagem significativa de conceitos biomecânicos. (BELMONT et al., 2016). No mesmo sentido, Garceau, Ebben e Knudson (2012) identificaram que a falta de conhecimentos prévios dos alunos sobre Anatomia, Fisiologia, Matemática e Física básica gera dificuldades no ensino da Biomecânica.

Esse diagnóstico inicial é essencial para a elaboração do material de ensino potencialmente significativo. Além disso, considerar o contexto educativo e suas dimensões cultural, emocional e física (espaço escolar e materiais) para a adequada seleção do conteúdo, estratégias e recursos instrucionais ajuda o aluno a perceber e a estabelecer as relações conceituais com significado. Os recursos e estratégias de ensino que consideram, além do conteúdo específico, situações problema próximas às do cotidiano profissional, podem gerar motivação para que haja participação ativa no processo da própria aprendizagem.

No desenvolvimento do ensino, o professor deve criar situações nas quais o aprendiz tenha chances de refletir, negociar, compartilhar e captar os significados do material educativo. As metodologias (ativas) de ensino coerentes com a perspectiva construtivista podem contribuir para a diminuição do valor dado, pelos estudantes, à memorização. Por exemplo, no ensino por investigação, os alunos são levados a formular hipóteses sobre os fenômenos apresentados, negociando-as com os colegas de classe e posteriormente com o professor (CARVALHO, 2011). Nesse contexto, a argumentação é essencial no processo de construção do conhecimento, pois requer do aluno “[...] avaliar os enunciados com base em provas, reconhecer que as conclusões e os enunciados científicos devem estar justificados, ou seja, sustentados por provas” (JIMENEZ-ALEIXANDRE, 2010, p. 23). Por fim, por meio de um experimento ou atividade realizada, as hipóteses inicialmente formuladas pelos alunos são confirmadas ou não. Belmont, Máximo-Pereira e Lemos (2016), relataram uma experiência interdisciplinar integrando conceitos da Física e Educação Física no Ensino Médio. Embora a atividade proposta pelas autoras não tenha o foco na graduação, ela

pode ser adaptada, pois a situação problema desenvolvida com os alunos – se há variação na velocidade que a bola atinge ao ser chutada com e sem a corrida no Futebol - é pertinente ao contexto da formação inicial em Educação Física.

Outra estratégia de ensino que faz parte das chamadas metodologias ativas é a *flipped classroom* ou sala de aula invertida cujo principal objetivo é ampliar a participação dos alunos durante as aulas. Nessa perspectiva, os alunos estudam o material e/ou assistem vídeos sobre o tema em horários extraclasse para que o tempo de aula seja destinado às atividades práticas e/ou de solução de problemas (SAMS; BERGMANN, 2013). Segundo Breloff (2015) a utilização da sala de aula Invertida em um curso de Biomecânica permitiu maior interação entre os estudantes, melhor entendimento do conteúdo, além de reduzir as aulas expositivas.

Ao pontuar algumas metodologias ativas, Knudson (2016) advoga a favor de suas utilizações no ensino da Biomecânica e pontua que, se bem implementadas, tais estratégias podem melhor favorecer a aprendizagem conceitual quando comparadas ao ensino tradicional, aqui entendido como meramente expositivo. Além disso, o referido autor propõe que a implementação dessas estratégias no ensino deva ser progressiva, visto que ainda há resistência de muitos estudantes por preferirem memorizar o conteúdo.

É importante ressaltar que a utilização das estratégias e recursos instrucionais de forma descontextualizada não oferece garantias de aprendizagem, mesmo quando apoiados no “jargão” das metodologias ativas. Espera-se que, ao participar desse tipo de atividade, os alunos sejam instigados a pensar com e sobre o conhecimento biomecânico de forma a reconhecer e explicar os fenômenos, além de resolver problemas inerentes ao movimento humano. Assim, as estratégias e recursos instrucionais devem ser subsidiados por referenciais teórico-pedagógicos coerentes com o paradigma construtivista e da aprendizagem significativa. Ao realizarem uma revisão sobre os estudos que tratam da abordagem *flipped classroom*, O’Flaherty e Phillips (2015) chamaram a atenção para a falta de referenciais pedagógicos na orientação das atividades e na avaliação da aprendizagem dos alunos que delas participaram.

Desta forma, a estratégia mais indicada para o ensino da Biomecânica é aquela que considera os conhecimentos prévios dos alunos, a natureza do conhecimento a ser aprendido, os aspectos contextuais, além de favorecer a interação social na qual o aluno possa criar hipóteses, argumentar, negociar e compartilhar os significados dos conceitos com o professor e com os colegas (FIGURA 1). Ou seja, o professor deve criar condições para que o aluno participe ativamente da construção do próprio conhecimento e adquira, neste processo, autonomia para aprender.

Independente da estratégia de ensino ou metodologia ativa utilizada, a avaliação deve estar presente em todo o processo educativo. Nessa lógica, a avaliação da aprendizagem na perspectiva da TAS deve ser formativa, podendo também ter caráter somativo. Por exemplo, durante a negociação de significados, o aluno exterioriza seu pensamento verbalmente, fornecendo assim, constante *feedback* para o professor, que obtém indicadores de como ele pensa. Para o aluno, essa interação oferece informações imediatas permitindo averiguar se os significados dos conceitos captados são aqueles que o professor deseja que ele capte. Mediada pela avaliação de ambos, aluno e professor, a negociação de significados tende a culminar no compartilhar de significados entre os envolvidos (GOWIN, 1981).

Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), no processo de avaliação, o aluno deve apresentar evidências de aprendizagem significativa. Ou seja, o aprendiz deve ser capaz de utilizar o conhecimento em novas situações. Nos testes e atividades propostas o aluno deve argumentar/explicar com suas próprias palavras os fenômenos de forma clara e autônoma. Por isso, a forma como os problemas são elaborados é fundamental para se evitar resoluções por conteúdo memorizado. Outra evidência de aprendizagem significativa, porém relacionada a anterior, é alcançada quando o aluno consegue resolver satisfatoriamente diferentes problemas que envolvam os mesmos conceitos. Segundo Vergnaud (2009) quanto maior for a variedade de situações problema vivenciadas pelos estudantes, mais relações conceituais serão possíveis, pois, mesmo que demandem os mesmos conceitos,

os caminhos para solucioná-las nem sempre são iguais. Dessa forma, quanto mais consolidado o conhecimento, maiores as chances de sua aplicação na resolução de situações não familiares. Belmont (2015) ao aplicar uma proposta de ensino da Biomecânica para professores de Educação Física em formação continuada, investigou o progresso da aprendizagem significativa, avaliando as mesmas relações conceituais que os alunos expressavam em diferentes situações problema. Os resultados desse estudo indicaram que a aquisição do conhecimento ocorreu de forma não linear e o rendimento final foi satisfatório, mostrando expressiva melhora na utilização dos conceitos para resolução de problemas no pós-teste.

Além disso, a avaliação deve julgar os aspectos referentes ao professor, ao conteúdo e ao contexto, além das estratégias e instrumentos de medida utilizados na verificação da aprendizagem (FIGURA 1).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a Biomecânica seja considerada, dentre outras, uma disciplina essencial nos cursos de Educação Física, sua aplicação na prática profissional ainda é incipiente. Uma das premissas deste ensaio é que a pouca utilização dos conceitos biomecânicos está também relacionada às questões inerentes ao ensino. Preocupados com os cursos de Biomecânica introdutória, alguns autores propuseram conteúdos fundamentais à formação dos profissionais da área. A discussão sobre o conteúdo específico a ser ensinado é essencial, porém, o foco deve estar igualmente no conhecimento pedagógico do conteúdo. Sem ele, é mais difícil para o professor compreender as dificuldades - e facilidades - de aprendizagem dos alunos e, a partir delas, propor alternativas que favoreçam o pensar com e sobre o conhecimento. Por isso, é importante haver um referencial teórico-pedagógico subsidiando as ações inerentes às etapas do ensino. Entender como o aluno aprende e considerar os elementos que influenciam no processo educativo é fundamental para favorecer a aprendizagem com significado e instigar o aprender a aprender.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

\_\_\_\_\_.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BATISTA, L. A. Sports Biomechanics – readings and research Biomechanics and scientific knowledge applicability. In: FARO, A. (Org.). **A multidisciplinary approach to human movement**. Coimbra: Imprensa de Coimbra, 2001, p. 225-243.

BELMONT, R. S. **A Aprendizagem Significativa da Biomecânica e da Análise Qualitativa do Movimento por professores de Educação Física**. Rio de Janeiro, 2015. 263f. Tese (Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde) – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2015.

\_\_\_\_\_.; BATISTA, L. A.; LEMOS, E. S. O diagrama de corpo livre como recurso de avaliação da aprendizagem significativa da Biomecânica em um curso de licenciatura em educação Física. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v.6, n. 1, p. 71-76, 2011.

\_\_\_\_\_.; KNUDSON, D.; LEMOS, E. S. Continuing Education in Biomechanics for Physical Education Teachers. **International Journal of New Trends in Arts, Sports & Science Education**, v. 3, n. 1, p. 14-21, 2014.

\_\_\_\_\_.; LOBO DA COSTA, P. H.; LEMOS, E.S. Mastery of Functional Anatomy and meaningful learning in introductory Biomechanics. **Práxis**, v. 8, n. 15, p. 81-91, 2016.

\_\_\_\_\_.; LEMOS, E. S. A intencionalidade para a aprendizagem significativa da Biomecânica: reflexões sobre possíveis evidências em um contexto de formação inicial de professores de Educação Física. **Ciência & Educação**, v.18, n. 1, p.123-141, 2012.

\_\_\_\_\_.; MÁXIMO-PEREIRA, M. LEMOS, E. S. Integrando Física e Educação Física em uma atividade investigativa na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 27, n. 2, p. 124-135, 2016.

BRELOFF, S. P. Stopped teaching physics, started teaching Biomechanics and flipped the classroom. In: Annual Meeting of American Society of Biomechanics, 39, 2015, Columbus, US. **Anais eletrônicos...** United States: Conference Proceedings Archive ASB, 2015. Disponível em: <[http://www.asbweb.org/conferences/2015/abstracts/468CE--Stopped%20Teaching%20Physics,%20Started%20Teaching%20Biomechanics%20And%20Flipped%20The%20Classroom--\(Breloff\).pdf](http://www.asbweb.org/conferences/2015/abstracts/468CE--Stopped%20Teaching%20Physics,%20Started%20Teaching%20Biomechanics%20And%20Flipped%20The%20Classroom--(Breloff).pdf)>. Acesso em: 01 dez. 2016.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas. In: LONGHINI, M. A (Org.) **O uno e o diverso da Educação**. Uberlândia: EDUFU, 2011, p. 253-266.

CORRÊA, S. C. A Biomecânica como ferramenta de intervenção na prática profissional. In: Simpósio Internacional de Ciências do Esporte, 27., 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CELAFISCS, 2004, p. 290.

\_\_\_\_\_.; FREIRE, E. S. Biomecânica e educação física escolar: possibilidades e aproximação. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, v. 3, n. 3, p. 107-123, 2004.

DAVIS, K. Biomaximechanics or Biominimechanics: a pedagogical dilemma. **Journal of Human Movement Studies**, v. 10, p. 115-122, 1984.

FREITAS, F. F.; LOBO DA COSTA, P. H. O conteúdo biomecânico na Educação Física escolar: uma análise a partir dos parâmetros curriculares nacionais. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 14, n. 1, p. 78-84, 2000.

GARCEAU, L. R.; EBBEN, W. P.; KNUDSON, D. Teaching practices of the undergraduate introductory biomechanics faculty: A North American survey. **Sports Biomechanics**, v. 11, n. 4, p. 542-558, 2012.

GOWIN, D. B. **Educating**. New York: Cornell University Press, 1981.

HATZE, H. Letter: The meaning of the term 'Biomechanics'. **Journal of Biomechanics**, v. 7, n. 2, p. 189-190, 1974.

HUDSON, J. L. Core concepts in Kinesiology. **Journal of Physical Education, Recreation & Dance**, v. 66, n. 5, p. 54-60, 1995.

JIMENEZ-ALEIXANDRE, M. P. **10 ideas clave**: competencias en argumentación y uso de pruebas. Barcelona: Graó, 2010.

KNUDSON, D. An Integrated Approach to the Introductory Biomechanics Course. **The Physical Educator**, v. 60, n. 3, p. 122-133, 2003.

\_\_\_\_\_. **Fundamentals of biomechanics**. 2. ed. New York: Springer, 2007.

\_\_\_\_\_. **Qualitative diagnosis of human movement**: improving performance in sport and exercise. 3. ed. Champaign: Human Kinetics, 2013.

\_\_\_\_\_. Research on learning introductory Biomechanics/Mechanics. In: International Conference of Biomechanics in Sport, 34, 2016, Tsukuba, Japan. **Anais eletrônicos...** United States: Conference Proceedings Archive ISBS, 2016. Disponível em: <[http://lasbim.taiiku.tsukuba.ac.jp/ISBS2016-Program/AppliedSessions/A\\_Biomechanics\\_education.pdf](http://lasbim.taiiku.tsukuba.ac.jp/ISBS2016-Program/AppliedSessions/A_Biomechanics_education.pdf)>. Acesso em: 03 jan. 2016.

\_\_\_\_\_. What have we learned from teaching conferences and research on learning in biomechanics? In: International Conference on Biomechanics in Sports, 28., 2010, Michigan, US. **Anais eletrônicos...** United States: Conference Proceedings Archive ISBS, 2010. Disponível em: <<https://ojs.ub.uni-konstanz.de/cpa/article/view/4556>>. Acesso em: 03 jan. 2016.

LADEIRA, A. P. X.; CORRÊA, S. C.; DIAS, R. I.; FREIRE, E. S. Application of biomechanics concepts in Professional life of physical education teacher. **Portuguese Journal of Sport Sciences**, v. 11, p. 955-958, 2011.

LEMONS, E. S. (Re)Situando a teoria da aprendizagem significativa na prática docente, na formação de professores e nas investigações educativas em ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 3, p. 38-51, 2005.

NATIONAL ASSOCIATION FOR SPORT AND PHYSICAL EDUCATION (NASPE). **Guidelines for Undergraduate Biomechanics** [Guidance Document]. Reston, VA: Author, 2003. Disponível em: <<http://www.shapeamerica.org/publications/resources/teachingtools/qualitytype/loader.cfm?csModule=security/getfile&pageid=5334>>. Acesso em: 12 jun. 2016.

NOVAK, J. D. **Learning, creating, and using knowledge**: concept maps as facilitative tools in Schools and corporations. 2. ed. New York: Taylor & Francis, 2010.

\_\_\_\_\_.; GOWIN, D. B. **Learning how to learn**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

O'FLAHERTY, J.; PHILLIPS, CRAIG. The use of flipped classrooms in higher Education: a scoping review. **Internet and Higher Education**, v. 25, p. 85-95, 2015.

PORTO, F.; ROCHA, T. C.; CORDEIRO, R. C. F. S. C.; GURGEL, J. L. Biomecânica e Educação Física: formação de pessoal e desenvolvimento de pesquisa. **Revista Brasileira de Biomecânica**, v. 14, n. 27, p. 9-16, 2013.

SAMS, A.; BERGMANN, J. Flip Your Student's Learning. **Educational Leadership**, v. 70, n. 6, p. 16-20, 2013.

SANDERS, R.; SANDERS, L. Improving dissemination and application of sport science to physical educators. **Motriz**, v. 7, n. 1, p. s1-s5, 2001. Suplemento.

SHULMAN, L. S. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

STROHMEYER, H. S. Biomechanical concepts for the Physical Educator: teaching biomechanical concepts in physical education is easier than it seems, and it provides an ideal basis for collaboration with science teachers. **Journal of Physical Education, Recreation & Dance**, v. 75, n. 7, p. 17-21, 2004.

VERGNAUD, G. The theory of Conceptual Fields. **Human Development**, v. 52, n. 2, p. 83-94, 2009.

VILAS-BOAS, J. P. Biomecânica hoje: enquadramento, perspectivas didáticas e facilidades laboratoriais. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 1, n. 1, p. 48-56, 2001.

VILELA JÚNIOR, G. B. Perspectiva interdisciplinar da Biomecânica: para uma revisão nos currículos de Educação Física. **Conexões**, v. 1, n. 2, p. 47-50, 1999.

Recebido em: 22 out. 2016.

Aprovado em: 23 nov. 2016.