

O Diagrama de Corpo Livre como recurso de avaliação da aprendizagem significativa da Biomecânica em um curso de Licenciatura em Educação Física

Rachel Saraiva Belmont¹, Luiz Alberto Batista², Evelyse dos Santos Lemos³

rachelsbelmont@gmail.com, bmc_ef@yahoo.com.br, evelyse@ioc.fiocruz.br

¹Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino em Biociências e Saúde e Laboratório de Educação em Ambiente e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Av. Brasil 4365, Manguinhos, Rio de Janeiro, Brasil.

²Laboratório de Biomecânica e Comportamento Motor - Instituto de Educação Física e Desportos - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier 524, Maracanã, Rio de Janeiro, Brasil.

³Laboratório de Educação em Ambiente e Saúde e Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino em Biociências e Saúde do Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Av. Brasil 4365, Manguinhos, Rio de Janeiro, Brasil.

Resumo

A Biomecânica é uma disciplina de natureza interdisciplinar, comumente percebida como de difícil compreensão pelos graduandos e, ao que parece, ainda pouco utilizada no cotidiano profissional de professores de Educação Física. Cientes de que congrega informações essenciais à prática desse profissional, procuramos compreender, neste estudo de caso, de abordagem qualitativa, o processo de aprendizagem significativa de conceitos necessários para a adequada elaboração do Diagrama de Corpo Livre. Os sujeitos da investigação foram os alunos da disciplina Biomecânica do curso de Licenciatura em Educação Física de uma Universidade pública do Rio de Janeiro, Brasil. Assumimos a Teoria da Aprendizagem Significativa como marco teórico e a observação participante como estratégia metodológica. Além das notas de campo, tomamos como registros as respostas de um questionário e de quatro testes realizados durante e após a disciplina que, conforme natureza, foram categorizadas. Os resultados sugeriram que, no *continuum* aprendizagem mecânica-significativa, a aprendizagem realizada tendia à primeira, apesar do evidente avanço do conhecimento dos alunos, o qual, em relação ao conjunto das atividades realizadas, pareceu-nos aquém do esperado para o nível do curso.

Palavras-chave: Biomecânica, Diagrama de Corpo Livre, Aprendizagem Significativa, Avaliação da Aprendizagem Significativa e Ensino.

The Free Body Diagram as resource for meaningful learning evaluation in Biomechanics in a Physical Education course

Abstract

Biomechanics is a discipline characterized by its interdisciplinary nature, so that undergraduate students often perceived it as a discipline that is quite difficult to understand. Thus, Physical Education/ Kinesiology professionals do not use it much in their everyday teaching events. As its knowledge is essential to the improvement of their professional practice this qualitative study, which has a case study format, aims at understanding the students' meaningful learning process about the essentials concepts for the correct elaboration of the Free Body Diagram along the discipline Biomechanics in the Physical Education course at a public University of Rio de Janeiro, Brazil. The Meaningful Learning Theory constituted our theoretical framework and the participant

observation our main methodological strategy. Besides the field notes, we took as registrations the answers of a questionnaire and of four tests accomplished during and after the discipline that, according to nature, they were classified. The results suggested that, in the continuum mechanical learning – meaningful, the learning inclined to the first, in spite of apparent progress, concerning the overall knowledge demonstrated in the set of performed activities, it seemed on this side of that we waited.

Keywords: Biomechanics, Free Body Diagram, Meaningful Learning, Meaningful Learning for evaluation and Teaching.

El Diagrama de Cuerpo Libre como recurso de evaluación del aprendizaje significativo de la Biomecánica de un curso de formación de profesores de Educación Física

Resumen

La Biomecánica es una asignatura de naturaleza interdisciplinar, comúnmente percibida como de difícil comprensión por los alumnos y, según parece, aún es poco utilizada en la práctica profesional de profesores de Educación Física. Conscientes de que la Biomecánica congrega informaciones esenciales a la práctica de ese profesional, en este estudio de caso, con un análisis cualitativo, pretendemos comprender el proceso de aprendizaje significativo de los conceptos necesarios para la adecuada elaboración del Diagrama de Cuerpo Libre por parte de los alumnos de la asignatura de Biomecánica de un curso de formación de profesores de Educación Física de una Universidad pública de Río de Janeiro, Brasil. Asumimos la Teoría del Aprendizaje Significativo como marco teórico y la observación participante como estrategia metodológica. Además de las anotaciones de campo, tomamos como registros las respuestas de un cuestionario y de cuatro tests realizados durante y después de la asignatura que fueron categorizadas según su naturaleza. Los resultados sugirieron que, en el continuum aprendizaje mecánico - significativo, el aprendizaje tendía a ser mecánico, a pesar del evidente avance del conocimiento, que, con relación al conjunto de las actividades realizadas, parecía mostrarse menos satisfactorio de lo que esperábamos.

Palabras clave: Biomecánica, Diagrama de Cuerpo Libre, Aprendizaje Significativo, Evaluación del Aprendizaje Significativo y Enseñanza.

Le Diagramme du Corps Libre comme méthode d'évaluation de l'apprentissage significatif en Biomécanique dans le programme de Licence en Education Physique Sportive

Résumé

La Biomécanique est une matière interdisciplinaire, habituellement perçue comme complexe par les étudiants universitaires et encore relativement peu appliquée dans le quotidien professionnel des professeurs d'Education Physique Sportive. Conscients de sa capacité de rassembler des informations essentielles à cette pratique, dans la présente étude, qui se caractérise par une approche qualitative, nous cherchons à comprendre le processus d'apprentissage significatif des concepts nécessaires à une élaboration adéquate du Diagramme du Corps Libre par les élèves de l'enseignement Biomécanique dans le programme de Licence en Education Physique Sportive d'une université publique de Rio de Janeiro, Brésil. Nous considérons la Théorie de l'Apprentissage Significatif comme cadre théorique et l'observation participative comme une stratégie méthodologique. Outre les notes écrites à partir de l'observation du champ étudié, nous avons également pris en compte les réponses à un questionnaire et à quatre tests réalisés pendant les cours et après la fin du programme. Selon leur nature, ces réponses ont été divisées en catégories distinctes. Les résultats indiquent que, dans le continuum apprentissage mécanique-significatif, on tendait toujours vers le premier. Cela suggère que, malgré un manifeste progrès du savoir, celui-ci s'est révélé, par rapport à l'ensemble des activités réalisées, au-deçà de nos attentes.

Mots-clés : Biomécanique, Diagramme du Corps Libre, Apprentissage Significatif, Évaluation d'apprentissage significatif et d'enseignement.

1. INTRODUÇÃO

A Biomecânica, genericamente identificada como um ramo da ciência no qual a produção de conhecimento decorre da "... aplicação dos princípios da Mecânica ao estudo dos problemas Biológicos" (Enoka, 2000, p. 1), constitui fonte de informações fundamentais à efetivação de uma adequada atuação do profissional da Educação Física. Especificamente no âmbito desse campo de intervenção, ela é tida como uma "... ciência voltada ao estudo dos comportamentos físico-mecânicos do corpo humano, dentre os quais o movimento corporal, segundo um ponto de vista claramente definido" (Batista, 2001a, p. 40).

Essa disciplina, por sua natureza interdisciplinar, demanda o domínio de conceitos tanto da Mecânica quanto da Biologia. Em termos práticos ela instrumentaliza o professor, propiciando-lhe apoio gnosiológico para a realização das tarefas de observação, avaliação e diagnóstico, assim como oferece bases à tomada de decisão sobre as intervenções mais adequadas às situações de ensino que se apresentam no decurso do processo pedagógico. Apesar disso, não é difícil constatar que profissionais de Educação Física pouco recorrem aos conhecimentos da Biomecânica para fundamentar suas práticas profissionais. Amadio & Serrão (2004) corroboram nossa percepção quando afirmam que, embora a taxa de crescimento dessa Ciência seja alta no ensino e na investigação científica, tal crescimento não é acompanhado em igual intensidade no âmbito da intervenção. Sanders & Sanders (2001) também advertem acerca da dificuldade de utilização do conhecimento obtido a partir de pesquisas nesta área, por professores e técnicos. Do mesmo modo, Batista (2001b), ao analisar 87 anos de produção no campo da Biomecânica, concluiu que o acervo produzido apresenta pequeno, quando nenhum, grau de aplicabilidade ao ensino de habilidades motoras esportivas.

A dificuldade de utilização da Biomecânica pelos professores em suas práticas profissionais parece ser multifatorial, no entanto acreditamos que uma das causas se centra no ensino e na aprendizagem do tema. Foi esta percepção que nos motivou a compreender o processo de aprendizagem significativa dos conceitos necessários para a adequada elaboração da representação gráfica do Diagrama de Corpo Livre por parte dos alunos da disciplina Biomecânica do curso de Licenciatura em Educação Física de uma Universidade pública do Rio de Janeiro, Brasil.

Assumindo como pressuposto que quando ocorre a aprendizagem significativa (Ausubel *et al*, 1980; Ausubel, 2003) o indivíduo consegue utilizar o conhecimento em novas situações, nosso propósito foi buscar evidências que apontassem para a evolução (ou ausência dela) da aprendizagem sobre conceitos inerentes à Biomecânica ao longo da mencionada disciplina.

2. MARCO TEÓRICO

A ideia central da Teoria de Ausubel *et al* (1980) é a aprendizagem significativa, que corresponde ao processo de aquisição de novos conceitos no qual o indivíduo associa, de forma não arbitrária e substantiva (não-literal), novas informações às ideias relevantes já existentes em sua estrutura cognitiva. É essencialmente um processo de assimilação de novos conceitos no qual tanto a

nova informação como a estrutura pré-existente acabam modificadas.

Ausubel *et al* (1980) argumenta que, diferente do que ocorre naquela aprendizagem, na aprendizagem mecânica (automática ou por memorização literal), a nova informação se relaciona com a estrutura cognitiva do aprendiz de forma arbitrária e literal, ou seja, pouco ou não relacionada a conhecimentos prévios específicos resultando, assim, em pouca ou nenhuma aquisição de novos significados. Contudo, tal aprendizagem não é contrária à aprendizagem significativa e nem sempre indesejável, já que, pertencentes a um mesmo *continuum*, mostra-se adequada em certas situações, como quando, o indivíduo não possui, em sua estrutura cognitiva, conhecimentos prévios, denominados subsunçores, relacionados aos conceitos a serem aprendidos (Ausubel, 2003).

A aprendizagem significativa, conforme enfatiza o referido autor, pode e deve ser favorecida pelo professor. Porém, tal favorecimento somente ocorre se duas condições-chave forem atendidas: o material de ensino deve ser potencialmente significativo e o aprendiz deve apresentar disposição para aprender significativamente. Ou seja, além do material ter potencial para favorecer o estabelecimento de relações entre os novos significados com os já existentes, o aluno deve ter intencionalidade para relacioná-los, de forma substantiva e não arbitrária, em sua estrutura cognitiva. O produto dessa interação é uma nova informação (conceito e/ou proposição) com significado próprio, pessoal, porém com aspectos do material de ensino compartilhados com o professor.

A compreensão dos conceitos acima mencionados nos remete ao significado de evento educativo e aos aspectos contextuais, sociais e afetivos que, juntamente com os cognitivos, integram o processo da aprendizagem e do ensino. De acordo com Novak (2000), o aprendiz, o professor e o conhecimento interagem num processo constantemente avaliado, ao longo do qual o aprendiz e o professor negociam e compartilham significados sobre algum conhecimento específico em um contexto particular. A inter-relação entre estes cinco elementos dão, a cada ocorrência do evento educativo, uma singularidade própria, única, não havendo possibilidade de repetição do mesmo episódio.

Diante do exposto, concordamos com a interpretação de Lemos (2005) de que o ensino, na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa, antes de atividade fim do processo educativo, deve ser entendido e praticado como uma atividade meio para favorecer a aprendizagem significativa. Deste modo, propõe a referida autora, o ensino caracteriza-se como um processo dinâmico que, considerando os cinco elementos do evento educativo, deve ter os seus três momentos – o de planejamento, o de desenvolvimento e o de avaliação – explicitamente assumidos como etapas interdependentes e de igual relevância.

No planejamento do ensino, devem ser identificados a natureza do conhecimento a ser ensinado, a dos conceitos prévios dos aprendizes, o contexto no qual os alunos estão inseridos e no qual se dará o ensino para decidir o que ensinar, as estratégias e recursos instrucionais e, deste modo, subsidiando a elaboração do material potencialmente significativo.

No desenvolvimento do ensino o professor deve garantir que as situações planejadas permitam ao aprendiz refletir, negociar e compartilhar os significados das ideias apresentadas, favorecendo assim que o mesmo relacione os significados captados aos outros que já possui.

Neste contexto, ocupado com o favorecimento da aprendizagem significativa, a avaliação, foco do presente estudo, deve ser processual a fim de verificar a consolidação de conceitos de forma a decidir sobre o avanço do conteúdo programado e as estratégias e recursos instrucionais mais adequados ao contexto. Para o estudante, corresponde a um *feedback* sobre seu próprio desempenho e, além disso, a avaliação deve considerar e julgar o ensino, o aluno – buscando evidências de aprendizagem significativa –, o material de ensino e o contexto, verificando, assim, se os objetivos educacionais foram atingidos.

Para a obtenção de evidências de aprendizagem significativa Ausubel (2003) propõe que os problemas (testes orais e/ou escritos) priorizem contextos/situações e linguagens novas, diferentes das utilizadas em aula e/ou das já conhecidas pelos estudantes. Segundo o referido autor é possível “... evitar-se melhor o perigo da simulação memorizada da compreensão significativa através de colocação de questões e de problemas que possuam uma forma nova e desconhecida e exijam uma transformação máxima de conhecimentos existentes...” (Ausubel, 2003, p. 131). Deste modo, dependendo da natureza das questões, diminui-se a possibilidade deles serem resolvidos por memorização, que é a estratégia mais comumente utilizada pelos alunos durante a vida escolar.

Não podemos deixar de mencionar que, ensinar e aprender não constitui relação direta de causa e efeito, ou seja, mesmo no ensino planejado segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa e/ou caracterizado como um material de ensino potencialmente significativo, pode não haver aprendizagem significativa e, contrariamente, ela pode ocorrer independente do ensino.

Contudo, o aprendiz que possui disposição para aprender significativamente e vivencia um ensino potencialmente significativo, pode escolher apropriar-se do conhecimento de forma não literal e substantiva e, com isso, adquirir condições e autonomia para utilizá-lo em situações novas e contextos diferentes dos quais o mesmo foi negociado, compartilhado e significativamente aprendido.

3. METODOLOGIA

A presente investigação caracterizou-se como um estudo de caso com abordagem qualitativa, tendo como foco, o contexto da disciplina Biomecânica de um curso de Licenciatura em Educação Física de uma Universidade pública brasileira. A disciplina, obrigatória no curso, é oferecida no quarto período¹ com carga horária total de 60 horas-aula e ministrada em dois encontros semanais de 1 hora e 40 minutos cada. Esta escolha pautou-se na reconhecida qualidade do curso e na longa experiência do professor responsável pela disciplina que utiliza, dentre outros referenciais, a Teoria da Aprendizagem Significativa para subsidiar sua prática docente.

O estudo foi realizado com uma turma do segundo semestre de 2008, na qual haviam treze alunos matriculados, cinco do sexo feminino e oito do masculino, cujas idades variaram entre 19 e 25 anos. Um deles cursava a disciplina pela quarta vez consecutiva, cinco haviam concluído o Ensino Médio² em escolas privadas e oito em escolas públicas. Apenas um aluno da turma não trabalhava e, dentre os demais, oito atuavam em Educação Física, três em outras áreas e um fazia estágio na área, mas paralelamente trabalhava em outra.

A disciplina, de acordo com o plano de ensino apresentado no primeiro dia de aula, tinha como objetivos (1) “capacitar os alunos para a compreensão de conceitos básicos de Biomecânica” e (2) “introduzir os alunos no uso prático de conceitos e princípios da Biomecânica na elaboração, implementação e controle de estratégias pedagógicas de Educação Física na Escola”. O conteúdo programático foi dividido em três Blocos e, coerente com o objetivo proposto, não valorizou, como parece acontecer em outros cursos, a resolução de cálculos matemáticos. O foco foi a compreensão e aplicação dos conceitos a situações práticas comuns ao cotidiano do professor de Educação Física. O primeiro Bloco focou a compreensão dos conceitos básicos da Biomecânica, o segundo a aplicação dos mesmos a situações práticas reais em sala de aula e, o terceiro, a vivência prática de determinadas habilidades motoras, observação, diagnóstico, avaliação e prescrição de exercícios com vistas ao processo de decisão pedagógica no contexto escolar.

A coleta de dados se deu, fundamentalmente, pela observação participante, uma entrevista semi-estruturada com os alunos e fotocópia das atividades escritas realizadas em aula. No contexto da disciplina, todas as decisões sobre seu desenvolvimento e condução foram de responsabilidade do professor. A pesquisadora se integrou ao contexto como professora assistente e explicou aos alunos os objetivos da investigação e, deste modo, o motivo de sua presença durante as aulas.

Desta forma, tomamos como registros: nossas notas de campo, a transcrição das gravações das entrevistas, as respostas de um teste “surpresa” e de duas provas formais realizadas, respectivamente, ao final dos Blocos I e III, e um Pós-Teste efetuado quatro meses e meio após o término da disciplina. Nomeamos as avaliações, respectivamente, como Teste I, II, III e IV. Além destes, analisamos um questionário respondido pelos alunos nos primeiros dias de curso, que teve por objetivo identificar o perfil dos mesmos.

Os registros, conforme a natureza dos mesmos foram categorizados (Bardin, 2009) com enfoque na semântica das respostas dos alunos e, por vezes, considerando a frequência dos elementos de interesse, para então, subsidiarem a descrição e análise do processo da aprendizagem.

Para garantir o anonimato dos sujeitos desta investigação, optamos pela numeração aleatória de um a treze, precedida da letra “A” para representar “aluno”.

Todos os sujeitos envolvidos, os alunos, o professor responsável pela disciplina e o diretor da unidade/curso de Educação Física, assinaram um Termo de

¹ O curso de Licenciatura em Educação Física desta Universidade é de três anos e meio (sete períodos).

² A Educação Básica no Brasil integra o Ensino Fundamental, com nove anos, e o Ensino Médio, com três anos.

Consentimento Livre e Esclarecido³ autorizando a utilização dos registros para fins de pesquisa e divulgação científica.

3.1 O Diagrama de Corpo Livre e o Ensino na disciplina Biomecânica

No decorrer do primeiro Bloco da disciplina o professor indicava um dos capítulos do livro de apoio às discussões, Biomecânica Básica (Hall, 2000), e nas aulas seguintes, apresentava o tema estimulando a participação dos alunos, ora esclarecendo as dúvidas anunciadas, ora ajudando-os a relacionar as ideias discutidas com suas experiências pessoais. Nos Blocos II e III, excepcionalmente desenvolvidos em conjunto neste semestre letivo⁴, as aulas iniciavam com uma exposição do tema pelo professor que era seguida por uma problematização, em geral também proposta pelo docente, cuja resolução era discutida em conjunto com os alunos. Além disso, sempre comprometido com a facilitação da aprendizagem dos alunos, o professor, desde o início da disciplina, se colocou à disposição para esclarecer dúvidas fora dos horários de aula, para indicar ou discutir tarefas extraclases.

O Diagrama de Corpo Livre (DCL), um dos temas ensinados na disciplina, foi escolhido como uma das fontes de dados para a avaliação da aprendizagem significativa desse grupo de alunos por dois motivos principais. Primeiro, porque corresponde a uma estratégia que possibilita que professores de Educação Física procedam ao exame da dinâmica de um corpo, ou seja, o Diagrama permite a análise, mesmo que simplificada, das habilidades e técnicas motoras, objetos de intervenção desses profissionais. Segundo, pelo seu potencial como recurso instrucional e de avaliação, já que sua adequada elaboração requer, conforme a natureza conceitual da Biomecânica, que se estabeleçam relações entre conceitos oriundos da Física e da Biologia. Deste modo, o aluno precisa relacionar dois ou mais conceitos para alcançar uma adequada representação das forças que atuam no sistema em exame, assim como, do resultado dessa ação.

Examinando o modo como o Diagrama é elaborado, é possível estimar como o estudante interpreta os fenômenos físico-biológicos ali presentes. Ou seja, o exame da elaboração do DCL propicia-nos informações que tornam possível avaliar o nível de compreensão e domínio dos conceitos envolvidos e, assim, estimar a natureza da aprendizagem do aluno que o elaborou.

Entretanto, não estamos ignorando que avaliar a aprendizagem, em particular a aprendizagem significativa, não é tarefa fácil. Ausubel (2003) nos adverte que, "... nem sempre é fácil demonstrar que ocorreu aprendizagem significativa. A compreensão genuína implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis..."

³ O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, uma exigência do Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação Oswaldo Cruz (Rio de Janeiro, Brasil) para a realização de pesquisas com Seres Humanos, corresponde a uma autorização individual e institucional na qual todos os envolvidos no estudo concordam com a participação na pesquisa e autorizam, com garantia do anonimato, a utilização e publicação dos dados pelo pesquisador.

⁴ Em decorrência de uma greve, que interrompeu as atividades da Universidade por dois meses, a disciplina foi realizada em 30 encontros.

(p. 130). Assim, é preciso buscar evidências de aprendizagem significativa e, sem considerá-las pontual e isoladamente, compará-las para que a interpretação, avaliação e diagnóstico final estejam mais próximos do real. É nesse sentido que está orientada esta análise. Acreditamos que o "teste surpresa" e as duas provas formais da disciplina, aqui denominados, respectivamente, Testes I, II e III, por suas características e momentos de realização, possibilitaram ao professor, bem como aos alunos, identificar as ideias adequadamente captadas e aprendidas e, principalmente, na ausência dessas evidências positivas, as ideias menos compreendidas e as dificuldades inerentes ao processo da aprendizagem.

Em situação ideal, as atividades, cuja análise/avaliação passaremos a apresentar, primeiro deveriam evidenciar domínio conceitual do DCL, ou seja, compreensão de sua importância e finalidade de utilização. Em seguida, no caso da confecção do mesmo, pleno domínio dos conceitos necessários para sua elaboração. Este conhecimento, como já defendemos, é importante para que o professor de Educação Física possa avaliar, diagnosticar e planejar adequadamente as intervenções conforme cada situação de ensino.

O DCL, como nos esclarecem Beer & Johnston (1994), deve considerar todas as forças externas conhecidas que atuam sobre o corpo, no qual o módulo, direção e o sentido das mesmas devem ser claramente mostrados. Segundo Hall (2000, p. 47) o DCL é "... um esboço que mostra um sistema definido e isolado com a representação vetorial gráfica das forças que atuam sobre o sistema" e de forma similar, Enoka (2000, p. 37) explica tratar-se de "... um diagrama simplificado do sistema, normalmente um desenho simples, isolado do que há em seu redor e que leva em conta todas as interações entre o sistema e seu meio ambiente". Foram estas ideias que orientaram nossa análise e avaliação, principalmente o conceito apresentado por Hall (2000) autora da obra adotada como livro texto na disciplina.

4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS

O Teste I foi realizado na aula 7, sem consulta e sem aviso prévio aos alunos, continha 19 questões objetivas, dentre elas "O que é um Diagrama de Corpo Livre?", pergunta com a qual nos ocuparemos neste momento.

Tal significado havia sido discutido na quarta aula e retomado na aula 6, quando o professor desenhou um esqueleto segmentar – croqui do(s) segmento(s) corporal(is) para compor a representação do DCL – representando um membro superior e, com a participação dos alunos, plotou as forças que atuavam naquele sistema. Deste modo, apesar da pequena familiaridade do Diagrama para a maioria dos alunos, o "teste surpresa", antes de respostas de natureza memorística, favorecida pelo tipo de questão, permitiu a expressão mais espontânea das ideias sobre o mesmo já captadas pelos alunos.

Considerando esses aspectos, o conjunto das respostas apresentadas por oito alunos (dois haviam faltado e três não responderam), sintetizado no Quadro 1, indica pequena compreensão do conceito e, por vezes, alguma confusão entre o significado do DCL e a sua função. As respostas mais próximas do que consideramos adequado foram apresentadas pelos alunos A5, A7 e A13 que,

coerentes com o autor estudado, afirmaram tratar-se de “um Diagrama que mostra forças que atuam no corpo”. O aluno A10, definindo-o como um Diagrama que corresponde à “análise das forças que agem no corpo”, embora tenha apresentado um discurso coerente, utilizou palavras pouco apropriadas visto que “análise” indica a função e não o significado de DCL. O aluno A12, por sua vez, respondeu que o DCL “mostra os vetores que agem no corpo”, ou seja, ele possuía a ideia de que a representação vetorial é importante para a confecção do esquema, mas não especificou a natureza dos vetores.

Em síntese, esse primeiro conjunto de respostas sugere que os alunos, embora evidenciassem captação de parte dos significados discutidos, ainda não haviam estabelecido as relações substantivas e não arbitrarias que, caracterizando a aprendizagem significativa, permitiriam o uso de uma linguagem adequada para explicar o conceito. Tal fato, antes de negativo, parece-nos constituir uma

importante evidência do caráter processual da aprendizagem.

Ressaltamos que pela natureza da questão elaborada, os alunos poderiam respondê-la por memorização, ou seja, embora apresentada de surpresa, o enunciado, já familiar, não exigia que os estudantes dessem conta de uma situação nova, condição ideal para a identificação de “evidência de aprendizagem significativa”.

No presente caso, apenas três alunos se aproximaram da resposta adequada, porém, sem que houvesse um padrão redacional. Ou seja, as ideias mostravam-se semelhantes, mas foram redigidas de formas diferentes. Ao que parece, a maioria dos alunos relacionou parte dos significados lidos e discutidos em aula, conforme os conhecimentos que já possuíam, pois, suas idiossincrasias parecem explicar a diversidade de respostas, algumas mais adequadas que outras.

Quadro 1: Resposta dos alunos ao Teste I sobre o conceito de Diagrama de Corpo Livre

Alunos	Mostra Forças		Analisa Forças	Movimento		Vetores que agem no corpo	Parece explicar o significado do conceito?		Ausente	Em branco
	Corpo	Movimento		Mostra	Analisa		Sim	Não		
A1					x			x		
A2										x
A3		x						x		
A4									x	
A5	x						x			
A6										x
A7	x						x			
A8									x	
A9										x
A10			x					x		
A11				x				x		
A12						x		x		
A13	x						x			
Total	3	1	1	1	1	1	3	5	2	3

Outro exemplo, passível de relação com o anterior pode ser visto na análise da questão três do Teste II (aula 16), composto por sete perguntas sendo que a questão de nosso interesse foi mais subjetiva que a anterior: “Um Diagrama de Corpo Livre é a representação esquemática de um corpo na qual estão graficamente representadas as Grandezas Vetoriais que atuam sobre ele. Certo ou errado? Justifique”.

Antes da análise das respostas, nos parece importante esclarecer que o DCL foi discutido em vários momentos da disciplina. Além das aulas iniciais, explicitadas na análise do Teste I, houve a correção do mesmo durante a aula 8, uma ampla discussão após leitura prévia do texto sobre “Equilíbrio” (Capítulo 13, Hall, 2000) no encontro 10 e, na aula 14, a correção de um exercício escrito realizado pelos alunos no encontro anterior, no qual em uma das questões o DCL foi referido. Ou seja, considerando a importância da recursividade no processo da aprendizagem significativa, os alunos tiveram diversas oportunidades para pensar com e sobre o DCL no desenvolvimento do ensino.

A questão solicitava aos alunos que respondessem certo ou errado e justificassem suas escolhas. Com base no que consta em Beer & Johnston (1994), Enoka (2000) e Hall (2000), a resposta esperada seria “Errado” e a

justificativa, algo similar a: o Diagrama de Corpo Livre é a representação esquemática de um corpo na qual estão graficamente representadas as forças que atuam sobre ele.

Esta questão estabelece maior grau de exigência do que a do teste anterior, pois implicou em que os alunos relacionassem o significado de DCL ao de Grandezas Vetoriais, tendo em conta suas similaridades e diferenças. Todavia, também era possível resolvê-la por meio da memorização da “justificativa” e por tentativa de acerto ao acaso da “resposta”, esta última com 50% de chance de lograr êxito.

Para responder adequadamente, os alunos deveriam possuir a noção mínima de que Grandezas Vetoriais têm a característica de não serem plenamente determinadas apenas pela apresentação de seu módulo, ou seja, de sua magnitude. Em outras palavras uma grandeza vetorial só é plenamente definida quando apresentamos, conjuntamente, seu módulo, sua direção e seu sentido. Para Enoka (2000, p. 352) os vetores são representações gráficas de Grandezas Vetoriais que delas “... comunicam módulo, direção e sentido...” e “... podem ser representados graficamente como um segmento de reta orientado. O comprimento do segmento especifica o módulo do vetor, e sua direção é indicada por uma linha de ação e um sentido”.

Os alunos A1, A3, A6, A8, A10, A12 e A13 justificaram que o DCL é um “esboço gráfico”, “desenho das forças” e “vetores de força que atuam sobre o corpo”. Ou seja, eles apresentaram justificativas coerentes, fato que indica alguma evolução do significado do conceito. Os alunos A2, A4, A9 e A11 explicaram, incoerentemente, que no Digrama são representadas as “Grandezas Vetoriais que atuam sobre o corpo”. Ao nosso ponto de vista o conhecimento sobre os temas, naquela ocasião, mostrou-se insuficiente, visto que, além da Força, outras grandezas físicas como o Deslocamento, a Velocidade e a Aceleração, por exemplo, possuem representação vetorial.

No Quadro 2 apresentamos os critérios eleitos para enquadrar os alunos quanto ao conhecimento sobre o DCL e Grandezas Vetoriais. Identificamos três opções de respostas: (a) alunos que deram resposta (responderam “errado”) e justificativa coerentes (A1, A6, A10 e A12) apresentavam conhecimento sobre o significado de Grandezas Vetoriais assim como o de DCL e talvez soubessem a relação entre eles; (b) os que se equivocaram

na resposta (respondendo “certo”), mas acertaram a justificativa (A3, A8 e A13), ainda não possuíam conhecimentos mínimos suficientes sobre o significado de Grandezas Vetoriais, mas apresentavam algum grau de compreensão sobre o conceito de DCL, embora a resposta pudesse ser fruto de memorização como então mencionado; (c) os alunos que expressaram a resposta e justificativa incoerentes (A2, A4, A9 e A11), foram os mesmos que mencionaram o termo Grandezas Vetoriais em suas respostas e, dessa forma, não dispunham de tais conhecimentos ou, ainda, estes eram insuficientes para proveitosamente raciocinar acerca dos conceitos separadamente e da relação entre eles. Um exemplo dessa opção de resposta foi o caso de A11 quando afirmou: “Certo. Porque um Diagrama de Corpo Livre tem Massa e Deslocamento no qual estão representadas as Grandezas Vetoriais que atuam sobre ele”.

Faltaram ao Teste II, os alunos A5 e A7, que estavam entre os três que responderam adequadamente a questão no Teste I.

Quadro 2: Critérios considerados para avaliar se os alunos compreendiam os conceitos de Diagrama de Corpo Livre (DCL) e de Grandezas Vetoriais (GV) no teste II

Resposta	Coerente (=Errado)	Incoerente (=Certo)	Incoerente (=Certo)	Parece saber o significado do conceito de				Ausentes
				DCL		GV		
Justificativa	Coerente	Coerente	Incoerente	SIM	NÃO	SIM	NÃO	
A1	x			x		x		
A2			x		x		x	
A3		x		x			x	
A4			x		x		x	
A5								x
A6	x			x		x		
A7								x
A8		x		x			x	
A9			x		x		x	
A10	x			x		x		
A11			x		x		x	
A12	x			x		x		
A13		x		x			x	
Total	4	3	4	7	4	4	7	2

Ressaltamos que alguns dos alunos que não responderam adequadamente a questão do Teste I, o fizeram com mais clareza no Teste II, indicando alguma evolução do que sabiam sobre DCL. Embora a frequência de palavras inadequadas na redação da justificativa tenha sido menor, é preciso considerar que tal fato pode estar relacionado à transcrição literal ou de formas semelhantes à justificativa fornecida pelo professor, o que, aliás, é percebido na maioria dos casos.

O Teste III, realizado na última aula, possuía quatro questões abertas, mas só analisaremos a segunda (A) e a terceira (B), ocupadas com a elaboração do DCL. Antes de apresentarmos a análise, julgamos pertinente abordar aspectos gerais referentes ao conteúdo de ambas as questões.

O exercício ao qual se referem as questões era composto por cinco instantes, embora devêssemos ser considerados apenas os movimentos realizados da Figura 2 a 4, como apresentado na Figura 1.

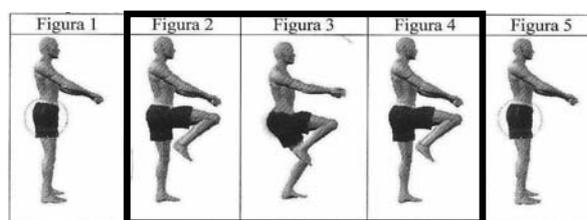


Figura 1: Sequência de instantes do exercício que os alunos deveriam considerar para responder às questões A e B. Imagem retirada do Teste III e de autoria do professor da disciplina

Durante este movimento, o indivíduo executante da tarefa motora, a realiza em baixa velocidade e mantém as mãos apoiadas em uma barra. Para simplificar a elaboração do diagrama, considerou-se que os membros superiores não sofreram a ação da exercitação. Deste modo, a questão A solicitava o desenho de um DCL com a representação da(s) principal(is) força(s) que atuava(m)

como resistência⁵(s) no exercício em questão, além da identificação das mesmas. Na questão B, de forma similar à anterior, pedia-se a representação da(s) força(s) muscular(es) que atuava(m) durante a realização do mesmo exercício, assim como a identificação dos grupamentos musculares.

Em função das respostas esperadas e daquelas apresentadas pelos alunos, elaboramos um instrumento que nos auxiliou na análise do conhecimento sobre os conceitos requeridos na questão e, ainda, na indicação do conjunto de erros e acertos. A partir dele foi possível fazer um “mapeamento” dos pontos de maior dificuldade e facilidade para o grupo e para cada aluno individualmente.

Inicialmente, ainda que sem analisar rigorosamente as respostas dos alunos, assumimos que os estudantes expressaram o significado de DCL quando o esqueleto segmentar era desenhado e, junto à ele, pelo menos uma força, vetorialmente representada, atuando no corpo em questão. Desta forma, comparando os resultados dos três testes, foi possível percebermos importante evolução no número de alunos que conseguiam explicar o significado de DCL, como ilustra o Gráfico 1.

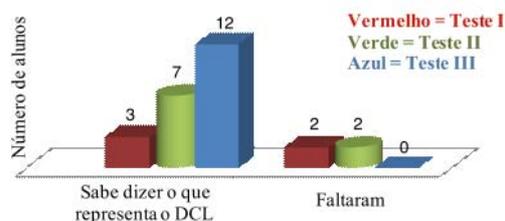


Gráfico 1: Evolução de acerto sobre o significado de Diagrama de Corpo Livre nos Testes I, II e III

A Figura 1 apresenta os três instantes do exercício, entretanto, os alunos poderiam confeccionar, caso quisessem, mais de três Diagramas para cada questão a fim de representar as forças atuantes nas situações. Todos os alunos, com exceção de A1, o fizeram evidenciando algum avanço no conhecimento sobre o significado do Diagrama por parte dos mesmos.

Apesar das figuras (Figura 1) apresentadas no Teste III mostrarem a execução do exercício, sugerindo, inclusive, como os esqueletos segmentares poderiam ser representados, alguns alunos o fizeram de forma incoerente. Não foi exigido um desenho perfeito, porém foram considerados coerentes aqueles que apresentaram o mínimo de proporção entre os segmentos corporais e a representação das articulações envolvidas. Esse critério, ainda que não seja uma evidência sobre o conhecimento dos conceitos requeridos para a confecção do Diagrama, se faz necessário para representar uma composição segmentar com requisitos mínimos para uma apropriada localização das forças que agem nos segmentos corporais.

Alguns optaram por desenhar o esqueleto segmentar completo com tronco e membros superiores,

enquanto outros representaram somente os membros inferiores ou, ainda, apenas um deles. Essas três formas de representação foram consideradas corretas quando cumpridos os critérios de coerência gráfica por nós estipulados. Com isso, apenas quatro deles (A2, A3, A6 e A9) ilustraram o esqueleto segmentar adequadamente, o que nos leva a crer que a representação clara do Diagrama não constitui preocupação para a maioria.

Tanto as forças que atuam como resistência ao movimento como as Forças Musculares, deveriam ser nomeadas/identificadas, como solicitado. Tal requisito se fazia necessário para que o professor conseguisse identificar que forças estavam sendo representadas pelos alunos. Na questão A, apenas o aluno A9 não nomeou as forças que representou e, na questão B, ao contrário, somente A2, A7 e A13 nomearam as forças oriundas dos grupamentos musculares. A pequena identificação dos grupamentos musculares pode ter ocorrido por falta de atenção dos alunos ao enunciado da questão, pois alguns utilizaram as letras “FM” como sinônimo de “Força Muscular”. Outra possibilidade explicativa para o fato é a existência de dúvidas sobre os grupamentos musculares que são ativados nas condições apresentadas.

Para resolver as situações propostas nas duas questões do Teste III, os alunos deveriam possuir conhecimentos básicos sobre vetores e utilizá-los para representar, no DCL, as Forças que atuavam no sistema. Como mencionado, o vetor é um símbolo que representa grandezas físicas e possui magnitude, direção e sentido. É por isso que tais características deveriam ser corretamente representadas nos Diagramas de ambas as questões. O tema vetor também foi exaustivamente explorado durante as aulas, pois todos os episódios de ensino nos quais o DCL foi trabalhado, demandaram que os vetores das forças atuantes no sistema fossem plotados, o que consiste em condição fundamental na confecção do Diagrama. Especificamente, o significado de vetor foi discutido na aula 4 e retomado nas aulas 8 e 13. Além disso, foi sugerida a leitura do Capítulo 3 do livro adotado no qual o tema é abordado e exemplificado. A partir daí, os capítulos seguintes do livro também passaram a utilizá-lo para representar e exemplificar as grandezas físicas de mesma natureza. Após o Teste II, durante as aulas 17 e 18, o DCL foi novamente utilizado pelo professor para exemplificar alavancas corporais e, no encontro 23, para discutir as forças externas que atuam no corpo em determinados instantes⁶ da conduta motora “salto vertical”.

Pela forma recursiva com que as representações vetoriais foram abordadas durante a disciplina, nos parece que os alunos tiveram oportunidade de aprender e consolidar tal significado. Deste modo, procuramos evidências de aprendizagem do significado de vetor. Interessava-nos saber se os alunos sabiam o que é um vetor e admitimos que sim quando desenhavam um segmento de reta orientado com módulo, direção e sentido, independente de a representação específica do fenômeno vetorial estar correta ou não. Nesse caso quase todos os alunos utilizaram a grafia prevista como correta para representar forças que compunham o DCL.

A primeira questão (A) apresentou o seguinte enunciado: “Considere a fração de movimento que vai da Figura 2 até a Figura 4, desenhe seus esqueletos

⁵ Referimo-nos ao termo “resistência” como a causa que se opõe ao movimento corporal intencionalmente realizado. Desta forma, o deslocamento controlado dos segmentos corporais é realizado por musculaturas ou grupos musculares que geram força suficiente para contrariar o Peso.

⁶ Intervalo de tempo que tende a zero.

segmentares e desenvolva Diagramas de Corpo Livre representando a(s) principal(is) força(s) que atua(m) como resistência(s) no exercício, identificando-a(s)”.

Para respondê-la os estudantes teriam que localizar e identificar o Peso dos próprios segmentos corporais como resistência ao movimento realizado pela Força Muscular, já que não havia quaisquer implementos⁷ sendo transportado junto a qualquer parte do corpo.

Para a adequada representação vetorial e localização do Peso era necessária a compreensão de dois fatos: (a) a relação que se estabelece entre a Aceleração da Gravidade e a Massa corporal e (b) que há uma posição relativa entre os Pesos dos segmentos corporais e o Peso corpo total.

O tema Centro de Gravidade Corporal fez parte da quarta aula, na qual o professor, dentre outras questões, discutiu a relação entre o Peso corporal total e o Peso de cada segmento e, ainda nos encontros 8, 13, 18 e 23. Além disso, no Capítulo 13 (“Equilíbrio e Movimento Humano”) do livro texto adotado, discutido na aula 10, está exposto e explicado como se dão as relações entre os eventos a e b acima citados.

Para o primeiro fenômeno questionado, o aluno deveria saber que todos os corpos caem sobre a Terra com a mesma aceleração, e assim, a força de atração gravitacional da Terra, chamada Peso, é uma Força resultante do produto entre a quantidade de Massa do corpo e o valor de Aceleração da Gravidade, sendo Massa uma propriedade intrínseca ao corpo e constante, ou seja, sempre será a mesma, ainda que a Aceleração Gravitacional mude. (Halliday & Resnick, 1994; Hall, 2000). Para localizar e representar o Peso no DCL também era necessário que os alunos soubessem, mesmo que aproximadamente, a localização do Centro de Gravidade no corpo ou do segmento corporal em foco, assim como, que a direção do vetor Peso é sempre vertical com sentido de cima para baixo. Para estimar o local no corpo no qual a origem do vetor Peso deveria ser posicionado, os alunos deveriam saber que este, tem sua origem no próprio Centro de Gravidade (Hall, 2000), seja do corpo como um todo ou de cada segmento, pois, “... representa o ponto de equilíbrio, um local em torno do qual todas as partículas de um objeto são distribuídas uniformemente” (Enoka, 2000, p. 41) ou ainda, de forma análoga, um “ponto ao redor do qual a Massa e o Peso de um corpo estão equilibrados em todas as direções” (Hall, 2000, p. 48).

Em relação ao segundo fenômeno (b), que determina o sucesso da localização do Peso na tarefa motora apresentada, o aluno deveria dispor da ideia básica de que cada segmento corporal possui um Centro de Massa ou Centro de Gravidade onde estão localizados seus Pesos que são relativos à Massa corporal total e determinados por meio de equações (Donskoi & Zatsiorski, 1988; Hall, 2000). Ou seja, deveria estar esclarecido acerca do fato de que o corpo humano não é um corpo rígido e que quando se movimenta altera sua configuração geométrica espacial, deslocando Massa e, com isso, mudando a localização do seu Centro de Gravidade Corporal.

Nossa expectativa era que os alunos fizessem representações dos Pesos similares às apresentadas na

Figura 2. As Figuras 2a, 2b e 2c representam o membro inferior direito e a Figura 2d, o membro inferior esquerdo do sujeito que se exercita. A Figura 2a, considerada por nós como sendo a mais adequada para responder corretamente ao solicitado, mostra um Diagrama com o Peso localizado fora do corpo, resultado da interação entre os centros de gravidade dos segmentos envolvidos na tarefa motora. A Figura 2b é similar, porém com a representação do Peso no corpo, que consideramos próxima da adequada, visto que não houve representações semelhantes à Figura 2a.

Apesar de o enunciado exigir dos alunos a representação do Peso como resistência ao movimento realizado, o aluno A6 não o considerou e, ao invés disso, plotou no Diagrama uma Força Muscular. Outros quatro alunos desenharam, além do Peso, Força de Cisalhamento (A1), Força Muscular (A3 e A12) e Pressão (A11) não correspondendo ao pedido na questão.

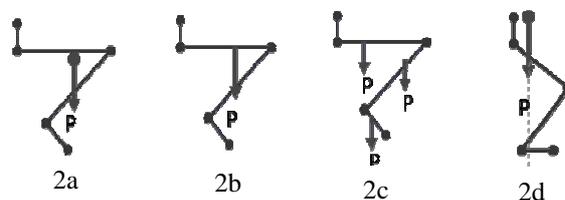


Figura 2: Exemplos de Diagramas de Corpo Livre, considerados coerentes para a adequada resposta da questão A do Teste III. As Figuras a, b e c representam o sistema referente ao membro inferior direito. A Figura d representa o membro inferior esquerdo

Nesta perspectiva, os estudantes poderiam optar por representar o Peso no Diagrama, por segmento separadamente (Figura 2c), como fizeram sete dos 13 alunos (A2, A5, A7, A8, A9 A10 e A13) ou pela média aproximada dos Pesos segmentares envolvidos na execução do exercício (Figuras 2a, 2b e 2d) como representaram A1, A3, A4, A11 e A12 (Quadro 3).

Os alunos que optaram por representar os Pesos de cada segmento separadamente deveriam fazê-lo com a origem do vetor nos Centros de Gravidade (ou de Massa) aproximados de cada segmento corporal. “Aproximados” porque não foram fornecidos dados para o cálculo preciso de tal posição, pois a intenção era verificar se os alunos compreendiam os conceitos e como os aplicavam e relacionavam. Como mostra o Quadro 3, os alunos A2 e A8 posicionaram os Pesos fora do sistema e nas extremidades corporais (nas articulações) respectivamente. Os casos de A7 e A10, que localizaram os vetores tanto na extremidade quanto medialmente ao mesmo segmento, e A5 e A9, que os posicionaram, simultaneamente, nas extremidades e fora do segmento, nos sugere dúvidas sobre como representar adequadamente a Força Peso. As repostas que apresentaram os vetores localizados medialmente aos segmentos, como a de A13, se aproximaram do que consideramos adequado, embora os Centros de Massa segmentares tendam a ser mais proximais pelas características da distribuição de Massa inerentes aos segmentos corporais (Figura 2c).

⁷ Quando um objeto é posicionado junto, ou conectado a um corpo, o Centro de Gravidade deste tende a se modificar em virtude da Massa adicional do implemento.

Quadro 3: Variáveis relacionadas à localização do Peso extraídas do conjunto de respostas dos alunos a partir da elaboração do Diagrama de Corpo Livre referentes a questão A do Teste III

Alunos	Localização Peso												Parece saber representar o Peso vetorialmente		Peso + Gravidade	Parece entender a relação entre a massa corporal e a aceleração gravitacional		
	Por segmento	Por média dos segmentos	Origem do vetor				Direção			Sentido								
			No segmento		Fora do seguimento		Vertical	Horizontal	Inclinada	Certo	Errado							
			Extremidade	Medial	Certo	Errado												
A1		x				x	x			x				x	x		x	
A2	x					x		x			x			x	x		x	
A3		x	x					x			x				x		x	
A4		x		x				x			x		x		x		x	
A5	x		x					x			x				x		x	
A6															x		x	
A7	x		x	x				x			x		x		x		x	
A8	x		x					x			x				x		x	
A9	x		x					x	x		x				x	x	x	
A10	x		x	x				x			x		x		x		x	
A11		x						x	x		x				x	x	x	
A12		x	x					x			x				x		x	
A13	x			x				x			x			x			x	
Total	7	5	7	4	0	0	5	11	1	0	11	1	2	2	11	5	1	12

A segunda opção de resposta seria aquela na qual o Peso deveria ser representado como resultado da média aproximada da localização dos Pesos segmentares envolvidos na tarefa motora. Neste caso, o Centro de Gravidade do sistema formado por coxa, perna e pé direitos, referente ao intervalo entre dois e quatro da Figura 1, deveria ser localizado fora do segmento, ou seja, discretamente abaixo da coxa medial, embora dentro do sistema (Figura 2a). Não obstante, consideramos como representação próxima da adequada quando o Peso do sistema, referente ao membro inferior direito, era plotado medialmente à coxa, como fez A4. Os alunos A3 e A12 plotaram apenas um vetor cada, porém, nos centros articulares e, portanto, inadequadamente. O aluno A9, ainda que tenha optado pela representação segmentar, ora plotou o vetor nas extremidades segmentares, ora fora do sistema (Figura 3). Além disso, também representou um ponto abaixo da coxa direita, que não correspondia a um vetor, podendo este ser interpretado como um indicador de que aluno sabe, nas condições em exame, que o Centro de Gravidade encontra-se fora do corpo. Contudo, a representação não esclarece se ele conhece a relação entre o Centro de Massa dos segmentos e a Aceleração Gravitacional. Este aluno identifica o ponto como “CGC”, o que entendemos significar Centro de Gravidade Corporal e assim, deduzimos que, para ele, o Centro de Gravidade Corporal total se localizava nesta posição, o que seria inadequado.

Para o exame da dinâmica do membro inferior esquerdo, considerando o instante três da Figura 1, o vetor Peso do sistema deveria ser representado com a origem localizada no Centro de Gravidade corporal total o qual, estaria discretamente deslocado à frente, em relação à posição que usualmente se encontra em um indivíduo em posição anatômica, em função da alteração na distribuição espacial da Massa corporal decorrente da mudança de posição do membro inferior direito. A posição do Centro

de Gravidade de um indivíduo em bipedestação em posição fundamental ou anatômica⁸ se encontra, aproximadamente, na altura da segunda vértebra sacra (Donskoi & Zatsiorski, 1988), localizada na região final da coluna. A resposta esperada, algo próximo da Figura 2d, não foi apresentada por aluno algum e, dentre os que decidiram por representar a força que atuava como resistência ao movimento do membro inferior esquerdo, fizeram-no fora do sistema (A1 e A11), e de forma incoerente como mostra a Figura 4.

Sem desconsiderarmos a importância do “Princípio da Ação e Reação” – 3ª Lei de Newton – para o conceito de “Equilíbrio” e, portanto, para a elaboração do DCL, optamos por não considerar como erro a ausência da representação da Força de reação do solo nos Diagramas elaborados pelos alunos. Decidimos assim porque o enunciado da questão somente pedia a representação da Força Peso por esta impor resistência à realização do exercício nos instantes considerados. Aluno algum representou a referida Força no DCL.

Buscando um diagnóstico geral sobre a aprendizagem significativa da turma, seis alunos localizaram o Peso nas extremidades ou articulações dos segmentos e, dentre esses, dois representaram simultaneamente o Peso fora do corpo de forma equivocada e nas extremidades. Outros dois (A2, A11), também “acreditavam” que o Peso era externo ao corpo,

⁸ Ambas são posições de referência para descrição de movimentos articulares, porém alguns especialistas preferem utilizar como referência, ao invés da anatômica, a posição fundamental por ser mais “natural”. Segundo Hall (2000) a posição anatômica corresponde a uma “... posição ereta com todas as partes corporais, incluindo as palmas das mãos, voltadas para frente...”. No entanto, a posição fundamental é “... similar à posição anatômica exceto pelos braços, que ficam mais relaxados ao lado do corpo com as palmas viradas para o tronco.” (Hamill & Knutzen, 1999, p. 11).

porém não encontraram sua localização apropriada. (Quadro 3). Essas duas situações expressam pouca clareza sobre a ideia de que cada segmento possui separadamente um Centro de Massa (Centro de Gravidade), local onde deveria ser inserido o vetor referente ao Peso (Figura 4).

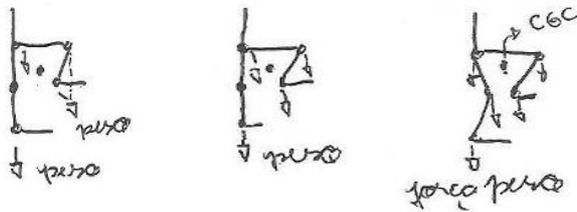


Figura 3: Diagrama de Corpo Livre desenhado, inadequadamente, por A9 com representação do Peso como resistência ao movimento nos centros articulares

De forma semelhante, os alunos que decidiram representar o Peso do sistema em um único ponto, também não conseguiram identificar o local aproximado. Embora o grupo tenha demonstrado consenso acerca da direção e o sentido do Peso, conhecimento que nos parece básico, o aluno A2 o representou de forma incoerente (Figura 4).

Contudo podemos considerar que apenas os alunos A4, que cursava a disciplina pela quarta vez, e A13, cujo perfil era de sujeito participativo, cumpriram os requisitos necessários para a adequada representação do Peso. Ainda assim, A4, além do Peso, considerou a Força Gravitacional como fizeram A1, A2, A9 e A11. Por essa razão, concluímos que somente A13 conseguiu relacionar apropriadamente o significado de Peso ao de Centro de Massa segmentar.

Este resultado, entretanto, não minimiza a importância do progresso no conhecimento dos demais alunos, sobretudo porque aprendizagem significativa não deve ser entendida como sinônimo de aprendizagem correta. No presente caso, embora apenas as respostas de A13 tenham sido assumidas como corretas, porque se aproximaram do esperado, as demais respostas expressam crescimento quanto ao conhecimento de seus autores. Isto é, antes de bom ou ruim, queremos enfatizar que a aprendizagem significativa deste grupo de alunos avançou conforme suas concepções prévias e disposições pessoais para a aprendizagem permitiram, ou seja, com diferentes tempos e diferentes “ganhos”.

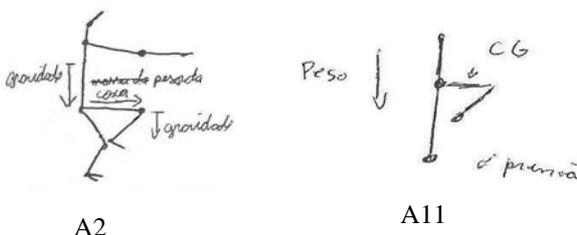


Figura 4: Diagramas de Corpo Livre desenhados por A2 e A11 com a representação da “Gravidade” e do Peso fora do sistema

A questão B do Teste III, como adiantamos, solicitava aos alunos: “Faça novamente os mesmos esqueletos segmentares e desenvolva Diagramas de Corpo Livre representando a(s) força(s) muscular(es) que atuam durante a execução, identificando-as”.

Para a sua resolução os alunos deveriam dominar conhecimentos básicos de Anatomia e, especificamente, conhecer os grupamentos musculares, suas ações e pontos de inserção. Esses conhecimentos foram requeridos em várias situações da disciplina, em virtude de serem fatores determinantes das configurações de movimentos corporais. Neste caso, o tipo de contração muscular⁹ não interfere na direção, no sentido ou no local de plotagem do vetor, não representando, segundo nosso ponto de vista, um conhecimento fundamental para a resolução da referida questão. Todos os alunos já haviam cursado, com aproveitamento, a disciplina Anatomia e, por esta razão, o esperado seria que os conhecimentos aprendidos no contexto da mesma estivessem disponíveis em suas estruturas cognitivas e, assim, como subsunçores passíveis de ancorar os novos conceitos, agora de Biomecânica. Entretanto, segundo nossas observações, parte dos alunos manifestou dificuldades no uso dos conceitos da Anatomia no decorrer da disciplina.

Vale lembrar, que o vetor deve ser inserido no ponto em que a força atua e, no caso da Força Muscular, na inserção da própria musculatura, sendo a direção do vetor a mesma da reta que passa pelos pontos de inserção distal e proximal do músculo, a qual, em função do disposto, não deve ser paralela ou perpendicular ao segmento e sim inclinada em relação a ele.

A Figura 5 apresenta exemplos de como a representação vetorial muscular deveria ser pensada. Enfatizamos que essa é uma representação “aproximada” por ser graficamente simplificada, pois um músculo insere-se em uma área óssea e não em único ponto. Além disso, as inserções não se originam nos centros articulares, porque se assim fosse, não haveria movimentos de rotação, devido à impossibilidade física, nessas condições, de haver geração de Torque articular.

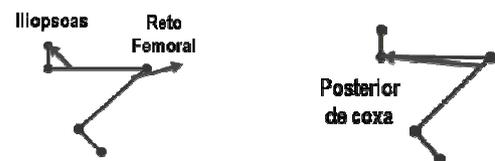


Figura 5: Exemplos de Diagramas considerados coerentes para a adequada representação vetorial da musculatura atuante no exercício apresentado

Os alunos A3 e A13 plotaram as forças de forma coerente, porém, por se tratar de conceitos básicos da Anatomia (inserção muscular proximal e distal), não esperávamos que os vetores de Força Muscular fossem, erradamente, localizados nos centros articulares (Quadro 4) como fizeram quatro alunos (A4, A9, A10 e A12). Apesar disso, A4 e A10, segundo nossa interpretação, manifestaram indecisão quanto à localização das forças,

⁹ Referimo-nos a tipologia de contração muscular determinada pelo sentido de deslocamento relativo das extremidades musculares. Nesse sentido a contração Concêntrica ocorre quando o músculo se encurta durante sua ação, a Excêntrica quando o músculo alonga-se durante a contração, ou seja, existe movimento, mudança do ângulo articular. Na contração Isométrica, por outro lado, não há movimento aparente, o músculo se contrai, produz força, porém, sem alteração visível no ângulo articular (Smith *et al*, 1997).

pois também a representaram em outros pontos que não nas inserções e tampouco nas articulações. Os alunos A7 e A9, expressando pouca clareza sobre o local apropriado, ora representaram corretamente, a partir da inserção, ora incorretamente, posicionando a origem do vetor nas articulações e em outros pontos. Por outro lado, A2 e A8 plotaram o vetor fora do esqueleto segmentar e A1, A6 e A11 sequer responderam a questão.

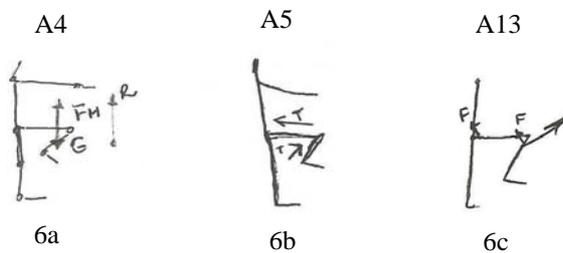


Figura 6: Exemplos de representações vetoriais da Força Muscular apresentadas, respectivamente, pelos alunos A4, A5 e A13. Na sequência, os vetores foram plotados perpendicularmente e paralelamente aos segmentos corporais, sendo a última representação, adequada

Com relação à direção das Forças Musculares, a maioria expressou dificuldades para fazer a representação. Cinco alunos (A2, A5, A8, A9 e A12) as desenharam paralelamente aos segmentos e, três (A3, A4 e A7) perpendicularmente (Figura 6a e 6b). Novamente, A9, um dos alunos que fez a representação paralela, evidenciou dúvida ao localizar a Força, pois ora a desenhou com a direção inclinada, resposta coerente com o esperado, e ora não. A10 e A12 representaram as forças de forma

inclinada, porém inadequadamente para os grupamentos musculares solicitados e, além disso, plotaram a origem do vetor nos centros articulares, o que, pareceu-nos constituir ponto-chave dos erros de alguns alunos. O aluno A13 foi o único que apresentou um desenho próximo do que assumimos como adequado (Figura 6c), apesar do equívoco na representação da musculatura correspondente ao grupamento muscular “flexor do joelho”.

Com base nesta análise constatamos que, dos 13 alunos que fizeram o Teste III, apenas um conseguiu fazer a representação vetorial adequada tanto das Forças Musculares quanto da Força que atua como resistência ao movimento na situação em foco, ou seja, o Peso.

Os demais estudantes não conseguiram, quando requisitados, estabelecer visíveis relações entre os conceitos de vetor, Peso e Força Muscular, provável razão para a dificuldade na representação das forças.

No caso da representação vetorial do Peso, sua direção e sentido podem ter sido aprendidos por memorização, pois estes componentes, independente da situação, não mudarão se tratando da Terra. É, portanto, a localização adequada do vetor que define o acerto da questão. Sem desprezar o caráter complexo do fenômeno anatômico inerente ao movimento, a dificuldade para a referida relação pode decorrer da memorização literal dos conceitos, tipo de aprendizagem que dificulta o uso de conceitos em novas situações. Outra possível razão poderia ser a ausência ou inadequação de conhecimentos prévios para ancorar os novos. Entretanto, Novak (1981) argumenta que a aprendizagem escolar nunca ocorre de maneira absolutamente mecânica e que o problema está no grau de significação da nova aprendizagem.

Quadro 4: Variáveis relacionadas à localização das Forças Musculares para a realização do exercício obtidas a partir do conjunto de respostas dos alunos presentes no Diagrama de Corpo Livre

Alunos	Localização Força Muscular (FM)											Parece saber representar FM vetorialmente	
	Origem vetor FM			Direção				Sentido		Dúvida	Em branco	SIM	NÃO
	Inserção	Articulações	Outro	Paralela	Perpendicular	Inclinada		Certo	Errado				
						Certo	Errado						
A1											x		x
A2				x					x				x
A3	x				x				x				x
A4		x	x		x				x	x			x
A5				x					x				x
A6											x		x
A7	x		x		x				x	x			x
A8				x					x				x
A9	x	x		x		x	x	x	x	x			x
A10		x	x				x		x	x			x
A11											x		x
A12		x		x			x		x				x
A13	x					x		x				x	
Total	4	4	3	5	3	2	3	2	9	4	3	1	12

Respeitando o caráter pessoal da aprendizagem e a complexidade do nosso objeto de análise, buscamos outros indicadores que pudessem nos ajudar a compreender a natureza da evolução da aprendizagem significativa dos alunos. Deste modo, também nos voltamos para as intenções que orientavam as ações e falas dos mesmos no

cotidiano da disciplina. Assim, por meio de entrevista, constatamos que, apesar do aproveitamento parcial, todos consideraram os Blocos II e III da disciplina mais aplicáveis e interessantes. No mesmo sentido, dez alunos gostaram menos de estudar os conceitos no Bloco I porque, segundo suas falas, “tinha que decorar”, “era chato” ou

“confuso”. A6, por exemplo, declarou não ter gostado “dessa parte meio decoreba dos conceitos”, enfatizou: “eu acabei decorando!”. Apenas A7 e A8 afirmaram que gostaram de todo o conteúdo.

Também perguntamos aos alunos sobre seus hábitos de estudos desde o Ensino Médio até aquele momento. Enquanto cursavam o Ensino Médio, nove alunos estudavam somente às vésperas das provas (A1, A2, A3, A4, A6, A8, A11, A12 e A13), dois estudavam “mais ou menos, dependendo da matéria” (A7 e A9) e os outros dois diariamente (A5 e A10). Quando pedimos que comparassem o tempo de estudo no curso superior e no nível anterior, nove alunos disseram “mais”, um respondeu “igual” (A11) e três que estudavam “menos” (A4, A5 e A8). Em relação à frequência com que estudavam o conteúdo da disciplina Biomecânica, A13 declarou estudar quase diariamente, A3, A6, A8, A10 e A12 disseram revisar o conteúdo discutido nas aulas em torno de uma vez por semana e os outros sete alunos (A1, A2, A4, A5, A7, A9 e A11), somente estudavam às vésperas das provas. Um desses, chegou a declarar: “Tô de saco cheio de estudar!”.

Em diversas ocasiões, inclusive em conversas entre a pesquisadora e alunos pelos corredores, era evidente a preocupação dos mesmos com a reprodução literal das definições dos conceitos conforme apresentados em aula, pelo professor, ou pelo livro. Durante a aula 15, por exemplo, A13 relatou suas dificuldades para explicar os conceitos adequadamente e que, por isto, acreditava que eles deveriam ser memorizados. Para ele, segundo seu próprio argumento, a memorização garantiria o sucesso nos testes e, portanto, seria um indicador de aprendizagem bem sucedida.

Diante das questões analisadas, apenas um aluno (A13) cumpriu os requisitos aqui assumidos como necessários para a adequada representação das forças envolvidas na elaboração do DCL nas situações apresentadas. As questões do Teste III analisadas podem ser caracterizadas como situações desconhecidas para os alunos e, desta forma, o acerto se configuraria uma evidência de aprendizagem significativa. Apesar disso, considerando o *continuum* aprendizagem mecânica-significativa e, em decorrência, que a aquisição de novos conceitos se dá por meio de um processo de (re)construção, mais ou menos longo, de novos significados, nos parece que a aprendizagem dos conceitos centrais da Biomecânica evidenciada por este conjunto de alunos, ficou mais próxima da aprendizagem mecânica, apesar do evidente avanço.

4.1 A avaliação da aprendizagem significativa sobre os significados envolvidos na elaboração do Diagrama de Corpo Livre: uma comparação com o Teste IV

Quatro meses e meio após o término das aulas da disciplina Biomecânica, referentes ao segundo semestre letivo de 2008, realizamos uma nova avaliação com o intuito de verificar se os alunos ainda eram capazes de utilizar os conceitos “aprendidos” na disciplina. Sem o caráter de obrigatoriedade, parte dos alunos fez uso do direito de não participar da mesma. Assim sendo, apenas

cinco dos 13 alunos (A2, A6, A9, A12 e A13) realizaram espontaneamente a avaliação.

Assumimos como premissa que, transcorrido o referido intervalo de tempo, respostas adequadas manifestas pelos alunos, assim como os conceitos nelas implícitos, poderiam ser tomados como evidência de aprendizagem significativa. As perguntas propostas eram da mesma natureza que as apresentadas nas questões A e B do Teste III, porém em uma diferente situação de movimento. Foi solicitado que os alunos representassem e indicassem as forças que atuavam como resistência ao movimento, que era realizado lentamente, apresentado no instante três da Figura 7 e também as Forças Musculares envolvidas na realização do mesmo. Todas as forças deveriam ser representadas no mesmo esqueleto segmentar fornecido.

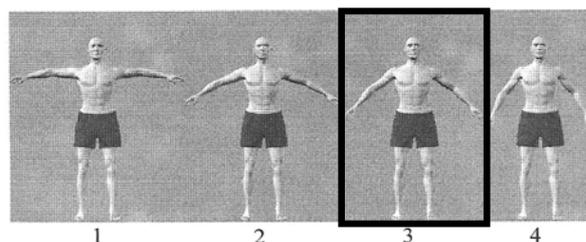


Figura 7: Sequência de instantes do exercício apresentado aos alunos para responder às questões do Teste IV. Figura cedida pelo professor da disciplina

Consideramos os mesmos critérios utilizados no exame das respostas A e B do Teste III, como apresentado no item anterior (Quadros 3 e 4), para avaliar as respostas dos cinco alunos. Nos Quadros 5 e 6, apresentamos os alunos seguidos por “III” para as respostas dadas ao Teste III e por “IV” para as do Teste IV.

Não encontramos importantes diferenças na essência das respostas. No entanto, apesar do aluno A13 ter sido o único a localizar adequadamente o Peso no DCL elaborado no final da disciplina (questão A do Teste III), no Teste IV, mostrou a representou o mesmo nos centros articulares (Figura 8). Este engano foi, como antecipado, o que predominou entre os alunos, mesmo no final da disciplina. Esta mudança nos leva a crer que embora A13 tenha conseguido, imediatamente após ter sido apresentado ao tema no contexto da disciplina, estabelecer relações entre os conceitos, este “novo” conhecimento ainda não estava consolidado e, com o tempo, tendeu a se perder.

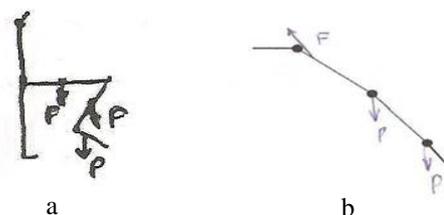


Figura 8: Diagramas elaborados por A13 com as representações do Peso em ambos e, também da Força Muscular em b. A figura a corresponde à questão (A) respondida ao Teste III e b ao Teste IV

Por outro lado, constatamos mudanças positivas como as dos casos de A2 e A6 (Quadro 5). O primeiro representou o Peso na direção horizontal e, depois, na direção vertical, como ideal. A6, por sua vez, que não

respondeu as questões do Teste III, plotou as forças no esqueleto segmentar, ainda que parcialmente corretas. O aluno A9, que inicialmente escolheu localizar o Peso nos segmentos corporais, agora o fez considerando o sistema “membro inferior”, porém, ainda de forma equivocada, plotou a origem do vetor no centro articular. A12 manteve a decisão sobre como representar o Peso, mas o plotou fora do sistema.

Resumindo, nenhum dos cinco alunos, que se dispôs a realizar o Teste IV, fez representação vetorial do Peso adequadamente, ou seja, eles permaneciam sem conseguir relacionar o conceito de Centro de Massa, seja corporal ou segmentar, ao de Peso.

Quanto à representação das Forças Musculares envolvidas na realização do movimento, identificamos maior similaridade com as repostas dadas para a questão anterior. Novamente A6, resolveu a questão, mesmo equivocadamente. A12 desta vez escolheu desenhar o vetor da Força Muscular fora do segmento e paralelamente a ele e, portanto, de forma incorreta (Quadro 6).

No caso da representação da Força Muscular, é possível afirmar que o diagnóstico é o mesmo obtido na análise da questão B do Teste III, pois quase não encontramos diferenças nas decisões sobre sua localização.

Quadro 5: Variáveis relacionadas à localização do Peso extraídas do conjunto de respostas dos alunos à questão do Diagrama de Corpo Livre do Teste III (A) e do Teste IV

Alunos	Localização Peso										Indeciso	Parece saber representar o Peso vetorialmente		Peso + Gravidade	Parece entender a relação entre a massa corporal e a aceleração gravitacional		
	Por segmento	Por média dos segmentos	Origem do vetor				Direção			Sentido		SIM	NÃO		SIM	NÃO	
			No segmento		Fora do segmento		Vertical	Horizontal	Inclinada	Certo							Errado
			Extremidade	Medial	Certo	Errado											
A2 III	x					x		x				x		x		x	
A2VI		x				x	x				x		x			x	
A6 III													x			x	
A6 VI	x		x					x			x			x		x	
A9 III	x		x					x	x		x			x	x	x	
A9 VI		x	x					x			x			x		x	
A12 III		x	x					x			x			x		x	
A12 VI		x						x	x		x			x		x	
A13 III	x			x				x			x		x		x		
A13 VI	x		x					x			x			x		x	

Quadro 6: Variáveis relacionadas à localização das Forças Musculares, para a realização do exercício, obtidas a partir do conjunto de respostas à questão do Diagrama de Corpo Livre do Teste III (B) e do Teste IV

Alunos	Localização Força Muscular (FM)										Dúvida	Em branco	Parece saber representar FM vetorialmente	
	Origem vetor FM			Direção				Sentido		SIM			NÃO	
	Inserção	Articulações	Outro	Paralela	Perpendicular	Inclinada		Certo	Errado					
						Certo	Errado							
A2 III				x						x				x
A2 IV				x						x				x
A6 III												x		x
A6 VI		x			x					x				x
A9 III	x	x		x		x	x	x	x	x	x			x
A9 VI	x	x		x						x	x			x
A12 III		x		x						x				x
A12 VI				x						x				x
A13 III	x							x		x				x
A13 VI	x							x		x				x

Se a aprendizagem caracterizou-se como mecânica e a situação, embora similar às realizadas no contexto da disciplina, era nova, a tendência seria, como aconteceu, que os alunos não conseguissem elaborar o DCL

adequadamente. Entretanto, o “caminho percorrido” parece ser um indicador do que eles conseguiram aprender significativamente. Estes cinco alunos demonstraram saber que existe uma Força – Peso – que impõe resistência ao

movimento, o qual, por sua vez, decorre da ação de outra Força, a Muscular, para ser realizado. Neste caso, a musculatura abduutora do ombro realizou contração excêntrica, ou seja, embora o segmento desça lentamente no mesmo sentido do Peso, este impõe resistência ao movimento controlado.

Entretanto, como a maioria dos alunos não chegou a obter compreensão dos conceitos de Peso, Centro de Gravidade e Centro de Massa, a elaboração do DCL pelos mesmos, mostrou-se prejudicada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Assumindo que a aprendizagem significativa é um processo pessoal de (re)construção/aquisição de novos significados e dependente da disposição do indivíduo para, intencionalmente, relacionar novas ideias aos conhecimentos que já possui, a avaliação formativa ou processual torna-se fundamental no processo educativo. Por meio dela o professor obtém *feedback* que lhe possibilita verificar se os objetivos educacionais estão sendo atingidos e, dessa forma, favorecer a aprendizagem significativa do seu aluno. Ela é igualmente importante para o aluno, que se vê como agente de sua própria aprendizagem, decidir acerca de suas ações. Por esta razão, buscamos compreender o processo de aprendizagem significativa da Biomecânica utilizando o conceito de Diagrama de Corpo Livre e dos conceitos necessários para sua elaboração. Com este propósito, identificamos, a partir de detalhada análise das respostas dos alunos a várias atividades realizadas ao longo da disciplina, aqueles que conseguiram relacionar conceitos da Mecânica e desta, com os da Anatomia.

A escolha do DCL decorreu da sua própria natureza/função, cuja adequada confecção, requer o estabelecimento de relações conceituais, inerentes à Biomecânica, por parte dos alunos. Deste modo, constitui-se como um importante recurso instrucional para a condução de um processo pedagógico que se propõe a favorecer a aprendizagem significativa da Biomecânica. Além disso, enquanto instrumento de avaliação, o DCL permite ao professor identificar o significado atribuído pelos alunos para o mesmo, bem como o modo como pensam e trabalham os conceitos de áreas de conhecimentos afins, preponderantemente da Física e da Biologia.

Conforme demonstrado na discussão do evento analisado, o conhecimento de todos os alunos evoluiu no que concerne aos conceitos e princípios da Biomecânica, porém, aquém do esperado para o nível de escolaridade que cursavam. O Teste III e o Teste IV continham questões abertas nas quais os alunos deveriam relacionar conceitos, de distintas naturezas, e representá-los no DCL.

No entanto, conforme assumido pelos alunos na entrevista, ainda que de forma não consciente, a intencionalidade da maioria dos alunos esteve voltada para a memorização das definições dos conceitos apresentados pelo professor. Tal disposição para a memorização, bem como os hábitos de estudo pouco adequados a aprendizagem significativa, construídos ao longo do processo de escolarização, também foram por nós observados ao longo da disciplina. Essencialmente centrados no estudo eventual, motivado por provas, os alunos indicaram conceber aprendizagem como memorização e não, como seria desejado, como um processo pessoal de relação -substantiva

e não arbitrária- entre o novo conhecimento e aquele que já sabiam. Sabemos que as chances de se solucionar problemas com sucesso são menores quando o domínio do tema é memorístico e, no caso da Biomecânica, a situação ainda nos parece mais complexa pelo seu caráter endógeno interdisciplinar.

Nesse contexto, marcado pela complexidade do tema e pela ausência ou inadequação de subsunçores apropriados, a maioria dos alunos não conseguiu estabelecer, claramente, as relações conceituais esperadas. Sem domínio de conceitos oriundos da Mecânica e Anatomia era difícil cumprir os requisitos mínimos envolvidos nas questões. Este resultado sugere que alguns significados do material educativo não foram devidamente captados e, se foram, não correspondiam aos ensinados. Também nos dizem que não foram aprendidos significativamente, ou seja, relacionados ao conhecimento prévio dos estudantes.

Não é nosso propósito apontar a totalidade de fatores determinantes para o resultado, até porque se trata de um fenômeno complexo. Interessa-nos, ao contrário, além da busca de indicadores para analisar o processo de aprendizagem significativa da Biomecânica, explicitar o caráter processual, idiossincrático, recursivo da aprendizagem significativa. Buscamos, sobretudo, chamar a atenção para a importância da co-responsabilidade entre professor e alunos no processo educativo e que o caráter processual da aprendizagem não pode ser desconsiderado na condução do ensino e da pesquisa sobre ensino.

Apesar de não ser fácil reconhecer a aprendizagem significativa, é papel do professor, durante a avaliação do processo de aprendizagem, buscar evidências da mesma. Ou seja, evidências sobre a natureza da relação dos significados que o aluno constrói e reconstrói na sua estrutura cognitiva durante uma aula ou um curso. No caso tratado nesse estudo, foi possível avaliar a aprendizagem pela observação e interpretação do processo de ensino e de aprendizagem, mas principalmente, pela última avaliação (Teste III), que apresentou uma nova situação para os estudantes, coerente com o que propõe Ausubel (2003), para a obtenção de evidências de aprendizagem significativa.

Ainda assim, há possibilidade de determinados problemas serem resolvidos por memorização, que é a estratégia mais comumente utilizada pelos alunos ao longo da vida escolar. Ou seja, em muitos casos, mesmo que o material educativo seja potencialmente significativo e que as ações educativas sejam voltadas para o favorecimento da aprendizagem significativa os alunos podem apresentar intencionalidade para aprender mecanicamente porque assim o fizeram ao longo da educação formal.

REFERÊNCIAS

- Amadio, A.C., & Serrão, J.C. (2004). Biomecânica: trajetória e consolidação de uma disciplina acadêmica. *Revista Paulista de Educação Física*, 18, pp. 45-54.
- Ausubel, D.P. (2003). *Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano.
- Ausubel, D.P., Novak, J.D., & Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana.
- Bardin, L. (2009). *Análise de Conteúdo* (4th ed.). Lisboa: Edições 70.

- Batista, L.A. (2001a). Biomecânica em Educação Física escolar. *Perspectivas em Educação Física Escolar*, 2(1), pp. 36-49.
- Batista, L.A. (2001b). Sports Biomechanics – readings and research Biomechanics and scientific knowledge applicability. In: Faro, A. (Org.). *A multidisciplinary approach to human movement*. (pp. 225-243). Coimbra: Imprensa de Coimbra Ltda.
- Beer, F., & Johnston, E.H. (1994). *Mecânica vetorial para engenheiros: estática* (5th ed.). São Paulo: Markron Books.
- Donskoi, D., & Zatsiorski, V. (1988). *Biomecánica de los ejercicios físicos*. Habana: Pueblo y Educación.
- Enoka, R.M. (2000). *Bases Neuromecânicas da Cinesiologia*. São Paulo: Manole.
- Hall, S.J. (2000). *Biomecânica Básica* (3th ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Halliday, D., & Resnick, R. (1994). *Fundamentos de Física I: Mecânica* (3th ed.). Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos.
- Hamill, J., & Knutzen, K.M. (1999). *Bases Biomecânicas do movimento humano*. São Paulo: Manole.
- Lemos, E.S. (2005). (Re)situando a teoria de aprendizagem significativa na prática docente, na formação de professores e nas investigações educativas. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 5(3), pp. 38-51.
- Novak, J.D. (2000). *Aprender, criar e utilizar o conhecimento: mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas*. Lisboa: Plátano.
- Novak, J.D. (1981). *Uma teoria de Educação*. São Paulo: Pioneira.
- Sanders, R., & Sanders, L. (2001). Improving dissemination and application of sport science to physical educators. *Motriz*, 7(1), pp. s1-s5. Suplemento.
- Smith, L.K., Weiss, E.L., & Lehmkuhl, L.D. (1997) *Cinesiologia Clínica de Brunnstrom* (5th ed.) São Paulo: Manole.

RACHEL SARAIVA BELMONT

Doutorado em andamento: Ensino em Biociências e Saúde – Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)/ Instituto Oswaldo Cruz.

Mestrado: Ensino em Biociências e Saúde – Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)/ Instituto Oswaldo Cruz.

Especialização: Biomecânica – Universidade Federal do Rio de Janeiro/ Escola de Educação Física e Desportos.

Graduação: Licenciada Plena em Educação Física - Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

LINHA DE PESQUISA: Estratégias de Ensino e de Aprendizagem em Biociências e Saúde Laboratório de Educação em Ambiente e Saúde (LEAS).

Fundação Oswaldo Cruz. Av. Brasil, 4365. Pavilhão Lauro Travassos, sala 27. Manguinhos. 21040-360 - Rio de Janeiro, RJ/Brasil. Tel. 55-21-9266-1988.

E-mail: rachelsbelmont@gmail.com