

Construção discursiva na interação colaborativa de estudantes com um sistema hipermídia de Biomecânica

Márcia Duarte e Flavia Rezende

Universidade Federal do Rio de Janeiro. Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde. Rio de Janeiro. Brasil. E-mails: sampaioduarte@oi.com.br; flaviarezende@uol.com.br

Resumo. Neste estudo investigamos em que medida a interação discursiva entre alunos de graduação em Educação Física que interagem colaborativamente com o sistema hipermídia "Biomec" se relaciona com processos de internalização de conceitos de Mecânica e de Biomecânica. A abordagem sociocultural permitiu considerar a tensão agentes-agindo-com-ferramentas-culturais e investigar como o uso da linguagem e dos recursos semióticos (imagem, vídeo, animação, textos e palavras-chave) do sistema conforma o processo de construção de significados. A análise microgenética de três episódios nos quais duplas de estudantes interagiram com o "Biomec", mostrou que a ação mediada pela linguagem foi determinada pelo suporte dos recursos semióticos do sistema hipermídia, mas também por diferentes fatores socioculturais. Assim, descobrimos que a interação colaborativa de duplas de alunos com um sistema hipermídia pode apresentar diferentes estruturas tais como o padrão clássico I-R-F, o "diálogo persuasivo" ou o "diálogo interno". Apesar da estrutura discursiva desencadeada entre os estudantes, a intersubjetividade estabelecida entre eles associada ao suporte do sistema hipermídia pôde favorecer mecanismos de internalização. Os resultados apontam para a relevância de planejar situações colaborativas de ensino de ciências que estimulem interações sociais no uso de ferramentas culturais tais como sistemas hipermídia de aprendizagem.

Palavras-chave: hipermídia, interação colaborativa, Biomecânica, ação mediada, ferramenta cultural.

Title: Discursive construction and collaborative interaction of students with a Biomechanics hypermedia system

Abstract: In this study we investigate the extent in which the discursive interaction between Physical Education undergraduate students who collaborate in the use of "Biomec" hypermedia program relates to the process of internalization of Mechanics and Biomechanics concepts. The sociocultural perspective allowed us to consider the tension agents-acting-with-cultural-tools and to investigate how the use of language and of the semiotic resources (image, video, animation, simulation, texts and links) of the system conforms the process of meaning making. The microgenetic analysis of three episodes where couples of students interacted with "Biomec" program showed that action mediated by language was determined by the support of semiotic

resources of the hypermedia system, but also by different sociocultural factors. Thus, we discovered that the collaborative interaction of students with a hypermedia system can present different structures, like the classic I-R-F pattern, the "persuasive dialogue" or the "internal dialogue". Despite the discursive structure employed by the students, the intersubjectivity established between them associated to the support offered by the system could yield mechanisms of internalization. This result points to the relevance of planning collaborative situations in science education that stimulate social interactions in the use of cultural tools as hypermedia leaning systems.

Keywords: hypermedia, collaborative interaction, Biomechanics, mediated action, cultural tool.

Introdução

No currículo dos cursos universitários de Educação Física, disciplinas ligadas ao domínio biológico, como Anatomia, Fisiologia, Cinesiologia e Biomecânica respaldam teórica e conceitualmente o complexo estudo do movimento humano. A Biomecânica foi introduzida nos cursos de Educação Física no Brasil em 1965 e, por isso, pode ser considerado um campo de conhecimento científico ainda recente. Embora se desconheça a definição do que seja "Biomecânica", muitos são os conceitos a ela atribuídos, o que lhe permite uma gama de possibilidades de aplicação dentro da ciência (Batista, 2001). Alguns especialistas e usuários citados por esse autor, na tentativa de defini-la, referem-se à relação entre leis ou conceitos de Mecânica e movimentos do homem ou do animal. É, portanto, um campo do conhecimento relevante para aqueles que têm como objeto de estudo o movimento corporal como fisioterapeutas e professores de Educação Física.

Apesar da importância dessa disciplina para o estudo do movimento humano, na opinião de alguns professores de Biomecânica, os alunos de graduação mostram-se pouco interessados e resistentes à disciplina, provavelmente pela introdução do componente de Física, estranho ao domínio biológico e que é básico para o entendimento da disciplina. Essa opinião vai ao encontro dos resultados obtidos por Depra e Brenzikofer (1999) que descrevem uma rejeição antecipada dos estudantes de Educação Física às ciências exatas, o que dificulta a elaboração do conhecimento de leis e conceitos físicos. Além das deficiências acadêmicas em Física, trazidas do ensino médio, a concepção de que a Biomecânica exige conhecimento profundo de Física e Matemática e que só é importante para aqueles que lidam com desporto de alto rendimento, afasta muitos estudantes de um contato mais próximo com a disciplina, além de levá-los a questionar sua aplicabilidade na prática da Educação Física escolar.

Essa visão distorcida sobre a disciplina de Biomecânica tem sido aos poucos modificada, graças a pesquisadores da área que têm demonstrado que os conceitos e princípios da Biomecânica também estão presentes no cotidiano do professor de Educação Física (Corrêa e Freire, 2004). Entretanto, segundo

Batista (2001), as investigações nessa área ainda estão relacionadas mais à Biomecânica do que ao campo do ensino.

Um dos pontos preocupantes, levantados por Cola (2004), é que nas disciplinas de Anatomia e Biomecânica, os recursos disponíveis são inadequados para demonstrar a dinâmica e a participação dos conceitos físicos no movimento humano, além de não motivarem os alunos à aprendizagem e à visão interdisciplinar entre essas áreas. Depra e Brenzikofer (1999) já haviam chamado atenção para o fato de que os recursos didáticos disponíveis para as aulas de Anatomia e Biomecânica são pouco eficazes para demonstrar a aplicação dos conceitos físicos no movimento humano. Essa ausência é um componente crucial do problema já que o uso de recursos pedagógicos que tornem os estudantes sujeitos ativos do processo ensino-aprendizagem, bem como proporcionem a oportunidade de experimentação ou simulação, é apontado por esses autores como fundamental para motivá-los e despertar o interesse pela aprendizagem desses conteúdos.

Uma alternativa ainda pouco explorada no ensino de Educação Física e que parece vantajosa para auxiliar os alunos na compreensão de fenômenos dinâmicos da cultura corporal e diversificar os meios pedagógicos das aulas teóricas, é oferecida pela informática educativa. Nessa área, um dos recursos oferecidos são os sistemas hipermídia de aprendizagem, que apresentam as informações na forma de texto, imagem, som, animação, vídeo e simulação, organizadas como um hipertexto, isto é, "um sistema computacional que apresenta informação em geral na forma de texto, organizada não-sequencialmente por meio de ligações entre palavras-chave" (Rezende e Souza Barros, 2005, p.63).

A interação de estudantes com sistemas hipermídia tem sido considerada adequada à concepção construtivista de aprendizagem na medida em que permite ao aluno escolher a seqüência a ser trilhada entre nós de informação de acordo com suas necessidades e interesses (Marchionini, 1988; Nelson e Palumbo, 1992). Ao permitirem a construção de um texto próprio a partir dessa multiplicidade de conexões, os sistemas hipermídia de aprendizagem também podem facilitar ao aluno o diálogo com outros campos do conhecimento, favorecendo desse modo a compreensão interdisciplinar (Rezende et al., 2006).

Rezende e Souza Barros (2005) reconhecem o potencial educacional dos sistemas hipermídia para a aprendizagem de Física na medida em que esses materiais podem relacionar conceitos físicos com aplicações práticas do cotidiano através de vídeos e simulações e permitem a organização do conhecimento de acordo com as necessidades conceituais de cada aluno, assim como a compreensão dos aspectos interdisciplinares dos conceitos envolvidos. Machado e Santos (2004) destacaram a relevância de um sistema hipermídia para o ensino e aprendizagem de Física (gravitação), por possibilitar um nível de aprendizagem maior que os métodos tradicionais, principalmente em função das imagens, vídeos e animações terem permitido aos estudantes visualizar os

fenômenos de forma mais próxima da realidade, o que não é possível através do ensino por meio de livros-textos ou do quadro-negro.

Explorando o potencial educacional dos sistemas hipermídia de aprendizagem, Cola (2004) desenvolveu e propôs o uso pedagógico do sistema hipermídia "Biomec" para alunos de graduação em Educação Física na tentativa de atender à carência de recursos didáticos que pudessem oferecer uma visão interdisciplinar dos conteúdos de Mecânica, Anatomia e Biomecânica e que permitisse a compreensão da complexidade da dinâmica do movimento corporal, tornando assim, o ensino de Biomecânica mais atrativo para os estudantes. A proposta pedagógica construtivista embutida no *design* instrucional do sistema hipermídia "Biomec" tem como objetivo tornar o processo de aprendizagem do estudante ativo e interativo, possibilitando a ele a autoria da construção do seu próprio conhecimento a partir das escolhas das informações disponíveis no sistema. No processo de construção do conhecimento através desse recurso, o sujeito tem a chance de obter as informações por meio de diferentes linguagens e de relacioná-las entre si, ou seja, permite-se ao estudante a associação de aspectos aparentemente estanques.

O estudo realizado a partir de interações individuais de alunos de graduação em Educação Física com o sistema hipermídia "Biomec" (Cola 2004; Rezende et al., 2006) indicou que este material pode ser valioso para as disciplinas de Cinesiologia e Biomecânica, sendo para essa última um recurso mais adequado em função da maturidade dos alunos e de seus interesses (a Biomecânica é cursada no 7º período da graduação em Educação Física e a Cinesiologia no 4º período). O sistema "Biomec" influenciou de maneira positiva a atitude dos alunos em relação à Física e auxiliou os alunos a compreender a interdisciplinaridade entre os conceitos de Mecânica, Biomecânica e Anatomia no movimento humano. Esse estudo apontou a necessidade de futuras pesquisas no sentido de aprofundar questões relativas à compreensão da relação entre hipertextualidade e conhecimento interdisciplinar e à própria construção do conhecimento a mediada por sistemas hipermídia de aprendizagem.

O estudo da interação de duplas de alunos com o sistema "Biomec" é visto como um caminho promissor na tentativa de aprofundar algumas dessas questões, no sentido de abordar um elemento fundamental da aprendizagem, que não teve lugar no estudo anterior: a linguagem. A investigação da aprendizagem colaborativa mediada pela linguagem e por esse tipo de recurso pode fornecer mais elementos para a compreensão do processo de construção compartilhada do conhecimento e do potencial da hipermídia para esse propósito.

O desafio desse estudo é, deste modo, investigar como os estudantes, trabalhando em duplas com o sistema hipermídia "Biomec", lançam mão desse recurso e da interação discursiva com um colega para construir conhecimento, ou seja, a partir de mecanismos interpsicológicos,

desencadeiam processos intrapsicológicos que se efetivam na apropriação do conteúdo do sistema.

A abordagem sociocultural é, assim, o quadro teórico que tornará possível ir além do estudo da adaptação dos sistemas hipermídia a diferentes estilos e níveis cognitivos, deslocando o enfoque para a forma como os significados e compreensões são construídos na interação social e internalizados pelos alunos no contexto de uma atividade mediada por esses materiais. Neste estudo, o foco de interesse está na interação discursiva entre sujeitos que utilizam colaborativamente o sistema "Biomec", considerado enquanto ferramenta cultural. Espera-se investigar os mecanismos do domínio microgenético, o qual tem como objeto as transformações implicadas no trânsito do pensamento à produção da fala (Wertsch, 1985). Interessa, neste domínio, a elaboração de significados no processo de internalização dos conceitos abordados no *software* relacionados às características e potenciais semióticos desse tipo de material. Esse enfoque permitirá problematizar em que medida a utilização colaborativa de recursos didáticos com as características de um sistema hipermídia pode ajudar os estudantes de graduação em Educação Física na apropriação dos conceitos biomecânicos da cultura corporal.

Quadro teórico

A incorporação das tecnologias da informação e comunicação enquanto ferramentas técnicas nas intervenções em sala de aula tem deixado de lado seu aspecto de ferramenta psicológica, própria da noção de ação mediada estabelecida no enfoque vygotskiano e, portanto, relacionada a uma visão de ensino como construção social de conhecimento. O uso de uma ferramenta pelos membros de uma comunidade não só facilita a ação e aumenta sua eficácia, como também pode transformar de maneira substancial a forma e o caráter dessa ação, assim como a estrutura das funções mentais empregadas. Os sistemas hipermídia de aprendizagem atendem a esse duplo papel, enquanto ferramenta física e psicológica, por permitir o acesso de forma não-linear à informação em função de sua arquitetura hipertextual. Nesses sistemas, a apresentação do conteúdo por meio de outras linguagens além da textual, pode facilitar a compreensão das informações, ilustrar e enriquecer o conteúdo, motivar a aprendizagem e tornar mais desafiante a resolução de problemas (Machado e Santos, 2004). O trabalho de Dueñas et al (citado por Gaspar e Monteiro, 2005) desenvolvido com o uso de softwares para demonstração dos conceitos de Física, mostrou que para grande maioria dos alunos entrevistados, a utilização desses recursos facilitou a compreensão dos conceitos. Esse resultado levou os autores a concluírem que as experiências demonstrativas motivaram os alunos, despertaram seus interesses pelos temas abordados e tornaram as aulas mais atrativas.

Os estudos de Solomonidou e Stravidou e Kosma et al (citados por Giordan, 2005), apontaram a visualização estática como deficiente para auxiliar os alunos na compreensão da natureza dinâmica de alguns fenômenos. Isso nos faz supor a superioridade das animações em relação às imagens estáticas na compreensão de conceitos e situações dinâmicas, como no caso do movimento

humano. Além disso, os sistemas hipermídia de aprendizagem quando contêm simulações e animações e são explorados por mais de um usuário podem gerar situações de conflito cognitivo ou “mobilizar as ações dos alunos na manipulação do objeto, na elaboração discursiva e também na elaboração de significado” (Giordan, 2005, p.290).

A utilização dos sistemas hipermídia enquanto ferramentas culturais evidencia-se também pela interatividade garantida nesses sistemas tornando o usuário autônomo no seu processo de construção de significado, permitindo-lhe dialogar com os diferentes meios, intervir na tomada de decisões relativa à escolha de novos vínculos, na introdução ou eliminação de conteúdos, na modificação da organização e extensão desses. Coll (citado por Diaz Barriga, 2005) considera as características da interatividade, multimídia e hipermídia como as que mais potencializam as tecnologias da informação como instrumentos psicológicos mediadores das relações entre os alunos e os conteúdos. Esses aportes informacionais do hipertexto e da hipermídia, quando usados como fundamento do ensino-aprendizagem, podem representar uma nova forma de pensar e sentir (Pretto, 1996), porque colocam o indivíduo como autor de seu próprio conhecimento.

Se a introdução de ferramentas psicológicas ou meios mediacionais na ação pode alterar ou redefinir essa ação e a estrutura das funções mentais, da mesma maneira que um instrumento técnico modifica as formas operacionais de executar a ação, e considerando que a linguagem hipertextual altera a forma de leitura e de construção do conhecimento, podemos admitir que os mecanismos psicológicos superiores como percepção, memória, atenção voluntária e desenvolvimento da volição também podem ser alterados, pois são conformados pela ação interativa com a ferramenta cultural e com outro agente, constituindo o que Vygotsky denominou de processo de internalização. Esse processo de reconstrução interna de fundamental importância para o desenvolvimento das funções psicológicas superiores se caracteriza por duas transformações: a) uma operação inicial representada por uma atividade externa é reconstruída e começa a ocorrer internamente; e b) um processo interpessoal é transformado num processo intrapessoal (Vygotsky, 1998). O funcionamento interno é resultante de uma apropriação das formas de ação que estão intimamente interligadas a estratégias e conhecimentos dominados pelo sujeito como, também, a ocorrências no contexto interativo, ou seja, no plano intersubjetivo. Dessa forma, podemos afirmar que é na relação com o outro, nas experiências de aprendizagem, que o desenvolvimento se processa.

O principal interesse de Vygotsky foi investigar os processos interpsicológicos entre pequenos grupos de indivíduos envolvidos em uma interação social determinada (Wertsch, 1985) por meio da análise da relação agente-objeto e das ferramentas psicológicas que atuam como mediadores. A relação entre o funcionamento interpsicológico e intrapsicológico torna-se mais concreta na zona de desenvolvimento proximal, que é o espaço delimitado pelo nível de desenvolvimento real da criança, determinado a partir da resolução independente de problemas e o nível mais elevado de desenvolvimento

potencial determinado pela resolução de problemas com a ajuda de um adulto ou com pares mais experientes.

A zona de desenvolvimento proximal é um processo psicológico em constante transformação. É como se esse processo de desenvolvimento progredisse de forma mais lenta que o processo de aprendizagem; a aprendizagem desperta processos de desenvolvimento que, aos poucos, vão tornar-se parte das funções psicológicas consolidadas do indivíduo. A interferência dos adultos e de crianças mais experientes nesse processo permite concretizar o amadurecimento de funções psicológicas ainda adormecidas. Por essa razão, é atribuído papel relevante às interações professor-aluno e alunos entre si no espaço escolar como ambiente de práticas sociais culturalmente heterogêneo e como contexto apropriado para o desenvolvimento dos processos simbólicos do pensamento e das funções psicológicas superiores.

Do ponto de vista psicológico, o significado da palavra é uma generalização ou conceito, e por isso considerado o ato mais específico e autêntico do pensamento (Vygotsky, 2001). O processo de conceitualização é entendido como uma prática social dialógica mediada pela linguagem e pelo outro. Ou seja, é na interação com as pessoas mais experientes, colegas ou o próprio professor e utilizando-se de um amplo conjunto de ferramentas culturais, dentre as quais a linguagem, que ocorre a construção do conhecimento.

Uma medida para averiguar o funcionamento interpsicológico entre adultos e crianças ou entre crianças de níveis diferentes é observar a intersubjetividade, ou seja, quando os indivíduos compartilham temporariamente uma perspectiva ou realidade social (Wertsch, 1999). Níveis crescentes de intersubjetividade estão associados com níveis superiores de funcionamento intrapsicológico nas crianças. Esse conceito está diretamente relacionado à transmissão de significado porque pressupõe um acordo implícito entre os sujeitos da interação.

Assim como Vygotsky, Bakhtin considerou a linguagem como elemento organizador da vida mental e fundamental na formação do sujeito histórico-social. Daí o valor que atribuiu à palavra e à interação com o outro. Para ambos, o conhecimento é uma construção social mediada pelo outro através da linguagem (Freitas, 2003).

Na construção teórica de Bakhtin, o enunciado é a verdadeira unidade de comunicação verbal, que só pode existir se é produzido por uma voz. Um enunciado reflete além da voz que o produz, as vozes a quem o enunciado se dirige (Wertsch, 1993). Em relação ao próprio falante, cada enunciado se caracteriza antes de tudo por um determinado conteúdo semântico de referência. O segundo elemento é seu aspecto expressivo, isto é, a relação subjetiva emocionalmente valorativa do falante com o conteúdo e sentido do seu enunciado. Wertsch (1993) equipara o aspecto expressivo com a perspectiva sobre o conteúdo do enunciado que, para o autor, desempenha um papel importante no relacionamento interpsicológico na zona de desenvolvimento proximal, na medida em que diferentes perspectivas se

enfrentam. Na relação do enunciado com os outros participantes da comunicação verbal, a dialogia desempenha papel central.

A noção de dialogia pressupõe que em todo enunciado há duas vozes, mesmo que não haja interação. Quando um sujeito fala, o faz referente a algo ou a outra voz. Mesmo que um enunciado não esteja respondendo de alguma maneira a enunciados anteriores, ele antecipa as respostas de outros enunciados que se seguirão.

Bakhtin (2003) entende que só pode haver significado quando duas ou mais vozes entram em contato. "... O ouvinte, ao perceber e compreender o significado (lingüístico) do discurso ocupa simultaneamente em relação a ele uma ativa posição responsiva: concorda ou discorda dele (total ou parcialmente), completa-o, aplica-o, prepara-se para usá-lo, etc." (p.271). A compreensão de um enunciado, segundo Bakhtin, é dialógica porque implica um processo no qual outros enunciados entram em contato e o confrontam: "para cada palavra do enunciado que estamos em processo de compreender, propomos, por assim dizer, um conjunto de palavras nossas como resposta" (Bakhtin, 2004, p.132). Quanto maior o número e o peso dessas palavras, mais profundo e substancial será nosso entendimento.

Na intenção de melhor compreender as estruturas dos enunciados, Wertsch (1993) aproxima-se da idéia de dualismo funcional do semiólogo Yuri Lotman, segundo a qual todo texto ou enunciado cumpre duas funções básicas: transmitir significados e gerar novos significados. A primeira função está relacionada com a noção de univocidade, em que os enunciados e seus significados são fixos, transmitidos por uma voz sem que se modifiquem em contato com outras vozes, permitindo pouco espaço para que a voz receptora questione, desafie ou influencie a voz transmissora. Em termos de estrutura do diálogo, esse tipo de discurso é típico da interação que ocorre em sala de aula entre professor e aluno, descrito como padrão "I-R-F" (Coulthard, citado por Lemke, 1997) ou padrão triádico (Lemke, 1997) onde "I" refere-se à iniciação geralmente feita pelo professor, sob a forma de pergunta instrutiva, ou seja, aquela promovida com a intenção de verificar o conhecimento do aluno e cuja resposta já é conhecida. Após a resposta (R) do aluno, o professor fornece um *feedback* (F) ao aluno em forma de avaliação da sua resposta. O padrão triádico não ocorre somente entre professor e aluno, podendo acontecer também no discurso entre alunos, caracterizando um discurso interativo de autoridade.

Ao contrário do discurso de autoridade, o discurso internamente persuasivo não é finito, é aberto, dialógico, pode gerar novas formas de significar em cada contexto em que se dialoga. "A palavra internamente persuasiva é em parte nossa e em parte de outro" (Bakhtin, citado por Wertsch, 1993). No discurso internamente persuasivo cada voz toma as enunciações de outras vozes como estratégias de pensamento, porque não são informações recebidas e armazenadas de forma estática, mas propiciam negociação e criação de significado. O discurso internamente persuasivo pode ocorrer entre professor e

aluno ou entre alunos na forma de debate (Lemke, 1997), na qual o controle do padrão temático e da estrutura do diálogo fica com os alunos.

A elaboração de um enunciado apelando-se a uma linguagem social sem a expressividade própria do autor, caracteriza o que Bakhtin denominou de ventrilocução, processo no qual uma voz fala por intermédio de outra voz. Somente quando o sujeito fala com intenção própria, com sua própria ênfase, adaptando a palavra à sua semântica e intenção expressiva, torna a palavra sua propriedade.

Quando num diálogo percebe-se a interanimação de vozes, onde a voz de um interfere no enunciado do outro, porém de forma "invisível", ou seja, não explícita, tem-se o que Bakhtin denominou de dialogicidade oculta. Embora as palavras do outro não estejam presentes, elas deixam sinais perceptíveis de que houve influência na fala do primeiro sujeito (Wertsch, 1993).

A abordagem sociocultural permitirá considerarmos como objeto de análise as ações mediadas dos alunos, vistas na interação discursiva e na interatividade deles com um sistema hipermídia num contexto de prática social como o da educação formal. Tem-se como foco de interesse a tensão agentes-agindo-com-ferramentas-culturais, por considerar que é na ação mediada pela linguagem e por ferramentas culturais (como o sistema hipermídia) que se tem acesso aos mecanismos psicológicos humanos característicos do processo de construção do conhecimento. Trata-se de uma tensão dinâmica e irreduzível entre os elementos que participam da ação. Ainda que se possam ser analisados separadamente, a tensão caracteriza a interdependência entre os elementos. "Qualquer forma de ação é impossível, ou ao menos muito difícil sem uma ferramenta cultural e um usuário hábil em seu emprego" (Wertsch, 1999, p. 57).

Assim, pretendemos investigar em que medida a interação discursiva entre alunos que interagem colaborativamente com o sistema hipermídia "Biomec" se relaciona com processos de internalização do conteúdo do sistema. A seguinte questão guia a investigação: Como o uso da linguagem entre as duplas e a interação compartilhada com o sistema hipermídia "Biomec" (considerando seus recursos semióticos como imagem, vídeo, animação, textos e a organização hipertextual do conteúdo) conformam o processo de construção do conhecimento?

Metodologia

Contexto

O estudo teve como cenário o laboratório de informática do curso de graduação em Educação Física de uma Universidade pública brasileira. Participaram do estudo doze alunos das turmas de Cinesiologia (4º período) e de Biomecânica (7º período) dos cursos de bacharelado e licenciatura em Educação Física. Esses alunos declararam-se voluntários a participar do estudo e foram agrupados aleatoriamente, formando seis duplas. Para o presente

trabalho, fez-se um recorte do estudo, restringindo-se o relato da pesquisa à análise de três duplas.

Descrição do sistema hipermídia "Biomec"

O "Biomec" é um sistema hipermídia que integra conceitos de Mecânica, Biomecânica e Anatomia, desenhado com base na perspectiva construtivista, onde os estudantes têm o controle sobre a seleção do conteúdo através da navegação livre entre conceitos, textos, imagens, animações e vídeos. A interação do aluno ocorre a partir da escolha dos nós de informação acessados a partir de três índices: "Conceitos Físicos", "Aplicações Biomecânicas" e "Aplicações Anatômicas". O índice "Conceitos Físicos" contempla os conceitos de velocidade angular, momento de inércia, força, momento de uma força e vetores. As subclasses "aplicações Biomecânicas" e "aplicações anatômicas" contemplam, respectivamente, os seguintes conceitos: contração muscular, locomoção, flexão do cotovelo, levantamento de carga e saque; ísquiotibiais, glúteo máximo, bíceps braquial e deltóide. Os índices ou as palavras-chave permitem a ligação entre os conceitos e a visualização deles através de animações e vídeos onde são exibidos exemplos do cotidiano e do movimento humano (membros superiores e inferiores) em situações práticas da Educação Física, na tentativa de integrar o conhecimento do aluno ao conhecimento científico relacionado àquela situação (Rezende et al., 2006).

Uma característica fundamental do "Biomec" é a aplicação e demonstração de conceitos físicos abstratos em animações propositalmente criadas e escolhidas para que os estudantes percebam a relação e aplicabilidade desses conceitos em situações do seu cotidiano acadêmico ou social, permitindo que esses recursos semióticos desencadeiem transferências de aprendizagem ou conflitos conceituais que venham a potencializar a elaboração de novos significados. A maior parte das animações incluídas nas páginas do sistema permite que os estudantes interfiram no movimento a ser animado, escolhendo "valores" diferentes para as grandezas envolvidas. A relevância desses recursos está principalmente na possibilidade de aplicação de conceitos abstratos em exemplos imagéticos dinâmicos que permitem aos estudantes uma aproximação da realidade dos movimentos em que esses conceitos são aplicados, além da possibilidade de intervir nessa dinâmica manipulando variáveis que interferem nesses fenômenos ou movimentos corporais. A inclusão ou valorização das experiências cotidianas na construção desse sistema hipermídia permite a aproximação dos conceitos prévios trazidos pelos alunos ao gênero discursivo científico, presente nos textos explicativos do sistema.

Desenho do estudo

Na apresentação do sistema "Biomec" aos alunos, foi informado que a navegação deveria ser em duplas, com duração de no máximo 40 minutos, e que eles deveriam decidir, em comum acordo, os passos a serem dados (uso dos índices, das palavras-chave, animações e vídeos, do glossário e do botão discussão) e que para isso, seria fundamental o diálogo e a ajuda mútua.

Os diálogos entre os alunos foram gravados em fita cassete para posterior análise da atividade discursiva. Também foram consultados os registros de navegação dos alunos (disponíveis em um arquivo .txt, em uma pasta do próprio sistema), visando identificar elementos significativos do entorno da prática discursiva.

Análise dos dados

Da transcrição dos diálogos, complementada pelos registros de navegação e pela consulta concomitante ao sistema "Biomec", foram extraídos episódios, definidos como construções sociais humanas em que os sujeitos envolvidos iniciam uma ação, dão continuidade e as concluem (Lemke, 1997). Os episódios são constituídos de enunciados agrupados em função do padrão temático e da estrutura da atividade discursiva (Lemke, 1997).

Os enunciados de cada interlocutor, considerados como formas de ação mediada, identificados por linhas, foram tomados como unidades de análise. Para compreender a construção de significados pelos sujeitos, foi feita a análise da atividade discursiva de modo a identificar os processos através dos quais eles se apropriam de linguagens sociais se deslocando do funcionamento interpsicológico para o funcionamento intrapsicológico. Para identificar as vozes e as linguagens sociais, foram usados os critérios de Bakhtin para caracterizar o enunciado, em particular os que concernem ao conteúdo semântico referencial, à relação do falante com o enunciado e a relação do falante com o enunciado do outro.

A identificação dos estudantes que compõem cada dupla é feita com as letras A e B. O uso de parênteses descreve as ações realizadas (como leitura de texto explicativo do sistema, por exemplo). O ponto de interrogação entre parênteses indica enunciados inaudíveis. As aspas identificam trechos dos textos explicativos que aparecem nas telas do sistema hipermídia e as reticências indicam uma entonação da fala que pode ser interpretada como inacabamento do enunciado ou de prosseguimento do diálogo.

Construção discursiva na interação colaborativa com o sistema hipermídia "Biomec"

Apresentamos, nas subseções seguintes, os resultados da análise microgenética de três episódios de construção compartilhada de significados por duplas diferentes de estudantes, mediada pelo uso da linguagem e pelo sistema hipermídia "Biomec".

Episódio sobre "Vetores"

Nesse episódio, o diálogo se passa entre dois alunos do curso de Bacharelado em Educação Física, que cursam a disciplina de Biomecânica e discutem a página "Vetores" (Figura 1).

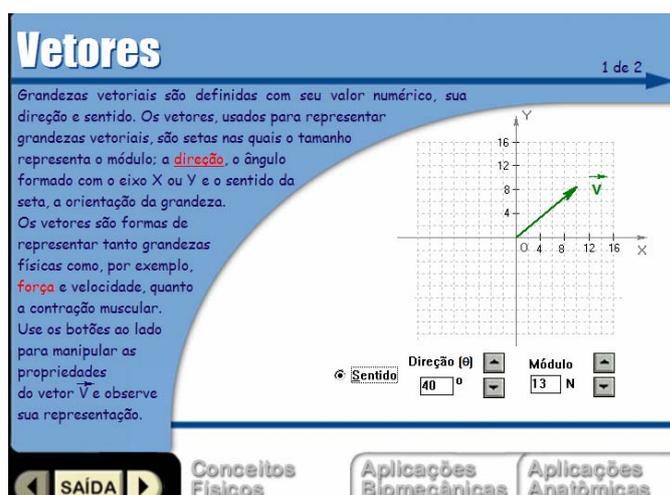


Figura 1.- Página "Vetores".

Linha

- 1A. "Grandezas vetoriais são definidas...observe sua representação."
 2 (lê o texto da página Vetores).
 3 Vetores... sentido... ângulo teta... módulo 13 N. 40 graus.
 4B. Clica nesse b (refere-se ao botão sentido)
 5A. Isso. Botão, pra modificar (refere-se ao botão sentido). Isso,
 6 calma lá, 40 graus, só modificar, né?
 7B. Aqui é o ângulo, né? 16, 40... 0 graus.
 8A. Direção, o ângulo... (lê o texto)... sentido...
 9B. Direção é o ângulo, pô. Ângulo teta. Aumentando o ângulo...
 10A. Então, aumentando o ângulo, o que que está acontecendo? O
 11 que que está acontecendo com esse vetor...? Quanto menor o
 12 ângulo, maior aqui...que medida é essa aqui? Tem um ângulo
 13 aqui...distância né? Quanto menor o ângulo...calma aí. "o ângulo
 14 formado com o eixo X ou Y e o sentido da seta" (lê o texto)
 15 ah...o sentido da seta. Então, tá ficando mais...tá indo mais pro
 16 norte.
 17B. Ah... é, ele tá mais pro norte.
 18A. Maior o ângulo ali no caso, né? Menor o ângulo...
 19B. Mexe ali na força...
 20A. Tá ficando mais horizontal... 15 N...
 21B. Aumentou o vetor?
 22A. É, o vetor força. Quanto maior ele, maior força.
 23B. Aumenta aí. Vai diminuir, né? Isso...ahm...ahm...(confirmado
 24 pela animação)
 25A. Agora vamos aumentar... ah... o ângulo é o mesmo. Aumentou a
 26 força, 12, vamos botar aqui novamente, 12. Agora vamos lá pra
 27 0 graus pra ver se vai ser a mesma...mesma coisa, 12 também.
 28B. É.
 29A. Mesma coisa, ó... sentido e direção. Só isso aqui, né?

O início do diálogo mostra que os alunos gastam um tempo inicial adquirindo domínio das funcionalidades do sistema. Após compreenderem as funções dos botões, o aluno A começa a dialogar com ele mesmo, com o texto e com a animação da página "Vetores" (linhas 10 a 16). Os enunciados do aluno A se estruturam segundo um padrão discursivo em que ele faz uma pergunta e responde em voz alta, cabendo ao colega apenas ratificar a resposta (linha 17).

A estrutura discursiva dos enunciados do aluno A é composta pelos mesmos elementos que compõem o padrão triádico I-R-F, mas se distancia desse padrão pelo fato de que tanto a iniciação quanto a resposta são emitidas por ele. Preferimos identificar essa estrutura discursiva por "IR-F" (sem o hífen entre I e R) para dar visibilidade à contigüidade dos momentos de iniciação e resposta, mantendo o hífen entre R e F para delimitar o momento de avaliação do interlocutor. O padrão "IR-F" parece caracterizar uma situação de internalização em que, a partir da verbalização (processo interpsicológico) do seu processo de construção de significado para o colega, o aluno elabora um diálogo interno. Este diálogo desempenha importante função reguladora do processo de elaboração de significados, dando suporte à ação do aluno, mediada pela animação e pela linguagem científica e guiando o processo intrapsicológico (Giordan, 2005).

A ação do aluno A mostra apropriação do conteúdo apresentado no sistema, quando ele explica para si e para o colega, as propriedades do vetor. As ações de leitura do texto e de manipulação das variáveis da animação se complementam, configurando o contexto para a construção de significados. À medida que os significados vão sendo construídos, o aluno expressa uma atitude responsiva em relação ao sistema e aos seus próprios enunciados. Nesse sentido, os recursos semióticos do sistema atenderam concomitantemente a dois propósitos: como ferramenta física contribuiu para facilitar a compreensão do conteúdo através da visualização dos conceitos, mas, principalmente, como ferramenta psicológica, para "fazer pensar" sobre o conteúdo, elaborar e reelaborar significados.

No restante do episódio (linhas 18 a 27) a animação e o texto explicativo executaram a função de *feedback* para ambos os alunos, permitindo a eles avaliar as previsões feitas em função dos valores escolhidos para as variáveis. A dialogicidade entre os agentes, associada à possibilidade de manipular variáveis e a visualização da consequência de suas escolhas deram suporte à construção compartilhada de significados.

Episódio sobre "Saque"

Nesse episódio, o diálogo ocorre entre duas alunas do curso de Licenciatura em Educação Física que cursam a disciplina de Cinesiologia. Depois de acessarem os conceitos físicos, a dupla passou para o índice "Aplicações Biomecânicas", acessando a página "Saque" (Figura 2). O diálogo se inicia após as alunas terem visualizado as animações do saque correspondentes a diferentes raios.



Figura 2.- Página "Saque".

- Linha
- 1B. Vai... vai...
 - 2A. Ele é mais rápido.
 - 3B. O raio é maior. Maior a distância, maior o raio aqui. O raio maior
 - 4 aumenta a velocidade angular.
 - 5A. Tem certeza?
 - 6B. O outro tá junto (?)
 - 7A. Por quê?
 - 8B. Aquele lá do problema da bolinha... quanto menor era o raio,
 - 9 maior era a velocidade angular.
 - 10A. Acho que não era velocidade angular não, não.
 - 11B. Volta lá em velocidade angular. "Quanto maior o raio do círculo
 - 12 que o corpo descreve, maior será a velocidade linear" (lê o texto
 - 13 da página Velocidade Angular)
 - 14A. É. não, é... algo, a linear é que muda.
 - 15B. Aumentou o raio.
 - 16A. A linear... mas a angular não.
 - 17B. Não entendi nada. Como assim?
 - 18A. A linear é o móvel A, só dá uma volta.
 - 19B. Ah... não, tá. A volta é a mesma, só que você gira mais vezes.
 - 20A. É.
 - 21B. A mesma coisa.
 - 22A. A angular é em relação ao próprio círculo. A linear é em relação
 - 23 ao espaço, mas a distância é a mesma.
 - 24B. Uhm..., então quanto maior o raio.. .ela não dá nem um giro.
 - 25 Não deu nenhum giro, né?
 - 26A. Vai bem mais devagar. (referindo-se a R2)
 - 27B. Vai, "A". (referindo-se à colega)
 - 28A. Vai bem mais devagar. Ela dá vários giros, vários giros. Vai bem
 - 29 mais devagar.
 - 30B. Vários giros, ahn?
 - 31A. É menor. Aqui não, é muito mais rápido.
 - 32B. Onde?
 - 33A. Aqui, ó... demora 15 segundos. Metade do tempo. Aqui ela
 - 34 demora...

- 35B. Um quarto... (lê o texto da página 2 de 2 de Velocidade angular)
36A. É que o raio é menor, menor o diâmetro, maior a...
37B. (Volta a ler a mesma página). Vai, beleza, agora volta lá.
38 (Acessa o Índice Aplicações Biomecânicas para voltar à página
39 Saque). Então, no caso, quanto maior o raio, maior é a
40 velocidade linear.

Inicialmente, a aluna B faz uma síntese do que viu na animação (linhas 3 e 4) relacionando os conceitos de velocidade angular e linear. A aluna A questiona sua conclusão (linhas 5 e 7). A aluna B responde, referindo-se ao "problema da bolinha" (linhas 8 e 9). A partir da observação do registro da navegação das alunas, supomos que ela esteja se referindo à página "Momento de Inércia", acessada pela dupla no início da navegação. A analogia é imediatamente reprovada pela aluna A, na linha 10 ("acho que não era velocidade angular, não"). Para esclarecer a dúvida, a aluna B pede para voltar para a página "Velocidade angular" (linha 11).

As alunas acessam a página "Velocidade Angular" pela palavra-chave correspondente, disponível no texto explicativo da página "Saque". Revendo o conceito de velocidade angular, a aluna B apela ao gênero discursivo científico, quando reproduz o texto explicativo para justificar seu entendimento ("quanto maior o raio do círculo que o corpo descreve, maior será a velocidade linear"). Nesta parte do episódio foi possível perceber que o recurso da hipertextualidade foi utilizado pelas alunas para reelaborar o entendimento do conceito de velocidade angular, básico para a compreensão do saque.

Dando prosseguimento ao diálogo, a aluna A concorda com a colega, quando afirma que "a linear é que muda" (linha 14) e vai além, esclarecendo que não se dá o mesmo com a velocidade angular: "a linear, mas a angular não" (linha 16). A aluna B declara não ter entendido (linha 17) e, por meio de uma pergunta autêntica, demonstra interesse em obter esclarecimento. A partir desse momento, até a linha 40, a aluna A passa a guiar a aprendizagem da aluna B, apoiando-se na animação da página "Velocidade Angular".

No início desse processo, a aluna A se refere à roda, mostrada na animação, como "móvel A" (linha 18). Esse termo, característico do gênero discursivo do ensino de Física secundário, representa uma apropriação prévia, pois não é mencionado no sistema. Dando continuidade, a aluna A recorre aos recursos semióticos do sistema para transmitir e gerar significados, demonstrando apropriação da linguagem científica para interpretar a animação e explicar para a aluna B o conceito de velocidade angular. Nessa ação de explicar, a aluna apóia-se na linguagem imagética da animação para produzir seus enunciados em resposta à dúvida da colega.

A interação discursiva sobre velocidade angular (linhas 17 a 40) apresenta a estrutura I-R-F, sendo que as iniciações não ocorreram em forma de perguntas instrutivas, como ocorre geralmente nesse padrão, mas na forma de perguntas autênticas, feitas por quem estava precisando de fato, se esclarecer e entender. Esta inversão modifica a relação de autoridade, em geral atribuída a quem faz as perguntas e avalia as respostas e coloca as duas alunas em

situação de igualdade. As respostas de A interanimam com as vozes da aluna e do sistema, configurando um discurso persuasivo. Nesse sentido, evidenciou-se a intersubjetividade entre as alunas, na medida em que elas compartilham compreensões comuns, sustentadas pela dialogicidade oculta entre elas e as imagens do sistema, demonstrada pela direcionalidade dos enunciados como “não deu nenhum giro, né?”; “vai bem mais devagar”; “aqui não, é muito mais rápido”; “aqui ó...demora 15 segundos”. No momento em que a aluna B considera que atingiu um novo estado de compreensão do conceito, ela solicita que aluna A retorne à página “Saque”.

A organização hipertextual do sistema hiperfídia, ao mediar a relação não-linear entre conceitos foi estruturante da ação da aluna B, permitindo a reelaboração do conceito de velocidade angular, exatamente no momento em que ela demonstrou a necessidade conceitual. A animação da página “Velocidade Angular” foi o outro recurso semiótico do sistema que estruturou a construção de significados, dando suporte à aluna A para explicar o conceito para a aluna B, favorecendo a apropriação do conceito pela colega.

Episódio sobre “Força”

Neste episódio, o diálogo ocorre entre um aluno e uma aluna do curso de Bacharelado em Educação Física, que cursam a disciplina de Biomecânica. O aluno manipulou o *mouse*, demonstrando muita familiaridade com o computador. No início da navegação, acessam a página “Força” (Figura 3).

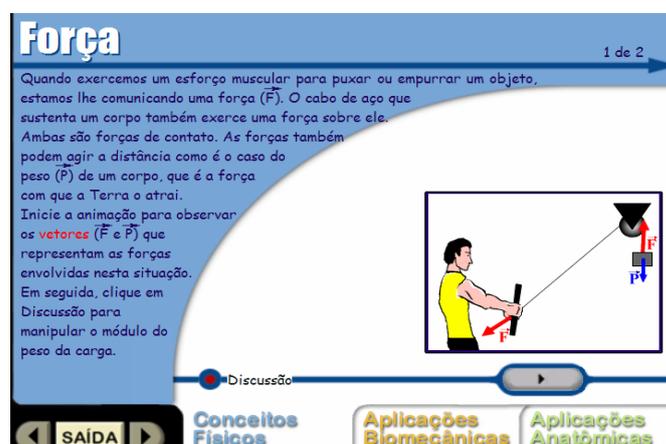


Figura 3.- Página “Força”.

Linha

- 1A. Força.
- 2B. “Quando exercemos um esforço muscular ... do peso da carga”
- 3 (lê o texto da página Força)
- 4B. O que está acontecendo? Explica aí.
- 5A. Tá acontecendo que vai ter o peso P aqui tendendo pra baixo e
- 6 que o vetor F que, é essa, essa traçãozinha, né, que é a mesma
- 7 força que o homem tá aplicando aqui no final dessa tração.

- 8B. Por quê?
9A. Ah... porque o P é o mesmo.
10B. Então o P é o mesmo e essa roldana (A e B falam juntos) é o
11 quê?
12B. Ela é fixa.
13A. Ela é fixa.
14B. Se ela não fosse fixa não ia ter a mesma, não ia ter a mesma
15 tração.
16A ...“sendo constante a força F exercida pelo homem sobre a carga,
17 seleccione a relação entre o módulo de F e o módulo do peso do
18 corpo P. Em seguida observe seu movimento”. (lê o texto da
19 página 2 de 2 de Força). Então aqui ele vai começar a brincar
20 com força e peso, então digamos que F maior a força maior que
21 o peso é aquilo que aconteceu na primeira. Se a força for igual
22 ao peso o que vai acontecer?
23A. Vai ficar parado.
24B. Vai ficar parado, não teve alteração, né? Certo? A força ta
25 puxando pra cima é a mesma do peso que está pra baixo.
26A. Ficou equilibrado, né?
27B. E se força menor que peso?
28A. A tendência é descer um pouquinho.

Após a leitura do texto explicativo sobre força e de acionar a animação, o aluno B inicia o diálogo com uma pergunta instrutiva para a aluna A (linha 4). Para explicar o que está acontecendo, a aluna A parece estabelecer uma dialogicidade oculta entre o que observa na animação e o texto (linhas 5 a 7). O aluno B dá prosseguimento ao diálogo com nova pergunta. A aluna A responde lançando mão do que observa na animação.

O aluno B aciona a animação que representa a relação na qual a força é maior do que o peso e explica para a aluna A por que a carga sobe (linhas 20 e 21). Em seguida, pergunta a ela o que aconteceria se escolhessem a segunda opção (força igual ao peso). A aluna A responde que a carga iria ficar parada. O aluno B concorda, explicando, com suas próprias palavras, por que não houve movimento (linhas 24 e 25). O aluno B finaliza o episódio com outra pergunta (linha 27) sobre a terceira possibilidade (força menor que o peso), antes de acionar a animação. A aluna A responde corretamente.

O uso pelo aluno B, de termos como roldana e tração, que não estão presentes nos textos do sistema, mostra sua apropriação prévia do gênero discursivo do ensino de Física de nível médio ou do ensino de Biomecânica. Sua linguagem privilegia, dessa forma, o gênero discursivo científico, que, em cenários socioculturais formais, tem uma espécie de poder explicativo superior às idéias próprias dos sujeitos (Wertsch, 1993).

Observamos em todo o diálogo dessa dupla, a presença constante do padrão discursivo I-R-F, onde o aluno B assume a postura de um professor, fazendo perguntas instrutivas no intuito de avaliar o conhecimento da colega e dar seguimento ao diálogo. Esse papel foi legitimado pela observação da aluna A, antes da atividade, sobre o bom desempenho acadêmico do colega em Biomecânica. Além disso, o aluno B demonstrou excelente domínio da

ferramenta física, pela agilidade com que manuseava o *mouse*. Ele demonstrou apropriação do conteúdo apresentado na página "Força", lançando mão de outros conceitos científicos para esclarecer as situações abordadas, exercendo sobre ela, um discurso de autoridade. Podemos pressupor o estabelecimento da zona de desenvolvimento proximal na aluna A pela ação mediada de B, ao fazê-la responder a perguntas instrutivas sobre o conteúdo, avaliando, complementando o conhecimento de A e formulando novas perguntas. É possível que essas ações também tenham favorecido sua própria internalização do conteúdo.

Conclusões

A análise dos episódios buscou contemplar as relações entre os enunciados envolvidos nas ações mediadas e as transições microgenéticas ocorridas na interação entre os alunos e com o sistema hipermídia. Percebemos, de um modo geral, que os alunos elaboraram e compartilharam significados apoiados pelos textos, pela hipertextualidade e pelas animações quando apontaram para elas, utilizaram-nas como demonstração para ajudar o colega, releeram os textos para explicar com suas próprias palavras, recorreram a palavras-chave para esclarecer conceitos ou fenômenos. As atividades externas desempenhadas pelos alunos durante a navegação, como informar-se, aprender, ensinar, simular e demonstrar referiram-se a processos sociais mediados semioticamente, e suas propriedades enquanto ações mediadas proporcionaram a chave para entender a aparição do fenômeno interno. Desse modo, podemos dizer que a partir das ações mediadas externamente pelos recursos semióticos do sistema "Biomec" foram desencadeados mecanismos intrapsicológicos, ou processos de internalização.

Considerando que esse processo também foi forjado na interação discursiva entre os alunos, podemos concebê-lo como duplamente mediado. Ao mesmo tempo em que usaram o sistema, os estudantes usaram também suas próprias palavras e formas de expressão para interagirem entre si. A ação mediada pela linguagem foi determinada pelo suporte do sistema hipermídia, mas também por fatores socioculturais que configuraram as diferentes estruturas discursivas dos diálogos desenvolvidos pelas duplas.

No episódio sobre vetores, identificamos o padrão discursivo "IR-F" que designa uma interação em que um só interlocutor faz uma pergunta e a responde, enquanto o outro a avalia e dá prosseguimento ao diálogo. Esse padrão discursivo pode representar uma forma de internalização, em que o aluno elabora um diálogo interno ao compartilhar sua compreensão com o outro. No episódio sobre saque, a interação discursiva entre as alunas se estruturou segundo um padrão I-R-F "invertido" na medida em que as perguntas se caracterizavam como autênticas, formuladas por quem de fato não sabia as respostas. Ao respondê-las, a interlocutora ajudou sua colega a pensar e a construir significados, estabelecendo com ela, um diálogo persuasivo. No episódio sobre força, identificamos a predominância do padrão triádico I-R-F clássico por meio do qual um dos alunos assume o papel similar a de um professor. Podemos supor que com este uso da linguagem, o aluno

pode ter estabelecido a zona de desenvolvimento proximal para sua interlocutora, mecanismo fundamental na construção compartilhada de significados.

Descobrimos, assim, que na interação discursiva entre alunos diante de um sistema hipermídia, podem ocorrer variações do padrão clássico I-R-F, provavelmente determinadas por fatores socioculturais que não puderam ser compreendidos no limite desse estudo. Contudo, não é difícil supor que as relações interpessoais, os perfis socioculturais dos participantes, as questões de gênero e as condições institucionais tenham desempenhado importante papel na configuração das ações mediadas. Estes aspectos deverão ser investigados futuramente, em contextos de estudos semelhantes.

Na perspectiva de análise da ferramenta cultural de forma isolada, é possível supor que nos três episódios, o sistema hipermídia "Biomec", inicialmente projetado para ser usado individualmente, atingiu o objetivo de favorecer a aprendizagem de Mecânica e Biomecânica de duplas de estudantes. Voltando a integrá-lo à ação mediada, vê-se que esse papel foi desempenhado não pelo sistema isoladamente, mas por uma amálgama das interações discursivas entre os alunos e entre eles e os recursos semióticos da ferramenta.

Os resultados apontam para a relevância de planejar situações colaborativas de ensino de ciências que estimulem interações sociais no uso de ferramentas culturais tais como sistemas hipermídia de aprendizagem. Apesar da estrutura discursiva desencadeada entre os sujeitos (padrão triádico clássico, invertido ou diálogo interno) nestas situações, a intersubjetividade associada ao suporte do sistema hipermídia pode favorecer mecanismos intrapsicológicos de internalização. Esse resultado vai ao encontro dos estudos de Moura e Moretti (2003) que apontam a interação entre alunos como uma possibilidade de compreensão de conceitos e forte aliada no processo de aprendizagem, comparado com situações de aprendizagem individual.

Referências bibliográficas

Bakhtin, M. (2003). *Estética da Criação Verbal*. São Paulo: Editora Martins Fontes.

Bakhtin, M. (2004). *Marxismo e filosofia da linguagem*. São Paulo: Editora Hucitec.

Batista, L.A. (2001). A biomecânica em educação física escolar. *Perspectivas em educação física escolar*, 2, 1, 36-49.

Cola, C.S.D. (2004). *Biomec: um sistema hipermídia que integra conceitos básicos de Mecânica, Biomecânica e Anatomia humana*. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro: UFRJ/NUTES.

Corrêa, S.C. y Freire, E.S. (2004). Biomecânica e educação física escolar: possibilidades de aproximação. *Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte*, 3, 3, 107-123.

Depra, P. y Brenzikofer, R. (1999). Desenvolvimento de um laboratório básico para o ensino de Biomecânica. *Anais do VII Congresso Brasileiro de Biomecânica*, maio, Florianópolis.

Diaz Barriga, F. (2005). Principios de diseño instruccional de entornos de aprendizaje apoyados com TIC: um marco de referencia sociocultural y situado. *Tecnología y Comunicación Educativas*, 41, 4-16.

Freitas, M.T.A. (2003). *Vygotsky & Bakhtin. Psicologia e Educação: Um intertexto*. São Paulo: Editora Ática.

Gaspar, A. y Monteiro, I.C.C. (2005). Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vigotski. *Investigações em Ensino de Ciências (On-line)*, 10, 2.

Giordan, M. (2005). O computador na educação em ciências: breve revisão crítica de algumas formas de utilização. *Ciência & Educação*, 11, 2, 279-304.

Lemke, J.L. (1997). *Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica S.A.

Machado, D.I. y Santos, P.L.V.A.C. (2004). Avaliação da hipermídia no processo de ensino e aprendizagem da Física: o caso da gravitação. *Ciência & Educação*, 10, 1, 75-100.

Marchionini, G. (1988). Hypermedia and learning: freedom and chaos, *Educational Technology*, 28, 11, 8-12.

Moura, M.O. y Moretti, V.D. (2003). Investigando a aprendizagem do conceito de função a partir dos conhecimentos prévios e das interações sociais. *Ciência & Educação*, 9, 1, 67-82.

Nelson, W.A. y Palumbo, D.B. (1992). Learning, instruction and hypermedia. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 1, 287-299.

Pretto, N. (1996). *Uma escola sem/com futuro – educação e multimídia*. Campinas: Editora Papirus.

Rezende, F. y Souza Barros, S. (2005). A Hipermídia e a Aprendizagem de Ciências: Exemplos na área de Física. *A Física na Escola*, 6, 1, 63-68.

Rezende, F., Garcia, M.A.C. y Cola, C.S.D. (2006). Desenvolvimento e avaliação de um sistema hipermídia que integra conceitos básicos de Mecânica, Biomecânica e Anatomia humana. *Investigações em Ensino de Ciências (On-line)*, 11, 2.

Vigotski, L.S. (1998). *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. São Paulo: Editora Martins Fontes.

Vigotski, L.S. (2001). *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Editora Martins Fontes.

Wertsch, J.V. (1985). *Vygotsky y la formación social de la mente*. Barcelona: Ediciones Paidós.

Wertsch, J.V. (1993). *Voces de la mente: un enfoque sociocultural para el estudio de la acción mediada*. Madrid: Visor Distribuciones, S.A.

Wertsch, J.V. (1999). *La mente en acción*. Buenos Aires: Aique Grupo Editor S.A.