

CONSTRUÇÃO COMPARTILHADA DE SIGNIFICADOS NA INTERAÇÃO COLABORATIVA DE ESTUDANTES COM UM SISTEMA HIPERMÍDIA DE BIOMECÂNICA

COLLABORATIVE MEANING MAKING IN THE INTERACTION OF STUDENTS WITH A BIOMECHANICS HYPERMEDIA SYSTEM

Márcia Duarte¹
Flávia Rezende²

¹Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde - UFRJ, sampaioduarte@oi.com.br

²Núcleo de Tecnologia Educacional para a Saúde – UFRJ, 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 teoria da ação mediada permitiu considerar a tensão agentes-agindo-com-ferramentas-culturais e investigar como o uso da linguagem e dos recursos semióticos (imagem, vídeo, animação, simulação, glossário, textos e palavras-chave) do sistema conforma o processo de construção de significados dos alunos. Os resultados apontam para a relevância de planejar situações de ensino que estimulem interações sociais no uso de sistemas hipermídia como ferramentas culturais no processo de internalização do conhecimento. Essa abordagem pode funcionar como um contexto rico no sentido de permitir aos alunos a reelaboração colaborativa dos mecanismos intrapsicológicos mediados pelo diálogo com outro e com os recursos semióticos do sistema.

Palavras-chave: hipermídia, interações discursivas, Biomecânica, ação mediada, ferramenta cultural.

Abstract

In this study we investigate the extent in which the discursive interaction between Physical Education students who collaborate in the use of “Biomec” hypermedia program relates to the process of internalization of mechanics and biomechanics concepts. The theory of mediated action allowed us to consider the tension agents-acting-with-cultural-tools and to investigate how the use of language and of the system’s semiotic resources (image, video, animation, simulation, glossary, texts and links) conforms the process of meaning making. The results indicate the relevance of planning instructional situations to stimulate social interactions in the use of hypermedia systems to act like cultural tools in the process of knowledge internalization. This approach can work as a rich context to allow students to collaboratively reelaborate the intra psychological mechanisms mediated by the dialog with the other and with the semiotics resources of the system.

Keywords: hypermedia, discursive interactions, Biomechanics, mediated action, cultural tool.

INTRODUÇÃO

Em algumas disciplinas do curso de graduação em Educação Física (EF), em especial no ensino de Cinesiologia 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 (COLA, 2004). Uma alternativa ainda pouco explorada e que parece vantajosa para auxiliar os alunos na compreensão de fenômenos dinâmicos da cultura corporal e diversificar os recursos pedagógicos das aulas teóricas de EF, 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-seqüencialmente por meio de ligações entre palavras-chave” (REZENDE; SOUZA BARROS, 2005, p.63).

A relevância das características e dos recursos dos sistemas hipermídia para a aprendizagem apontada em estudos anteriores justificam sua utilização na educação (MARCHIONINI, 1988; MACHADO; SANTOS, 2004; STRUCHINER; GIANNELA, 2005). Outros estudos ressaltam a sua relevância específica para o estudo do movimento humano, no qual a visão dinâmica e interdisciplinar é fundamental (COLA, 2004; REZENDE e SOUZA BARROS, 2005; REZENDE ET AL., 2006).

O estudo de Cola (2004), realizado a partir de interações individuais de alunos de graduação em EF com o sistema hipermídia “Biomec”, indicou que este material pode ser valioso para as disciplinas de Cinesiologia e Biomecânica por influenciar de maneira positiva a atitude dos alunos em relação à Física e auxiliá-los a compreender a interdisciplinaridade entre os conceitos de mecânica, biomecânica e anatomia humana no movimento humano. Esse estudo apontou para a necessidade de futuras pesquisas no sentido de aprofundar questões relativas à compreensão da relação entre as características da hipermídia, como a integração de vários meios e a hipertextualidade, e a construção do conhecimento.

A pesquisa sobre a introdução das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na Educação em Ciências e, de um modo geral, sobre sistemas hipermídia de aprendizagem, tem sido conduzida sob o enfoque cognitivista, relacionando a aprendizagem a partir desses sistemas a estilos de aprendizagem ou a conhecimento prévio dos estudantes (como, por exemplo, no trabalho de Fitzgerald e Semrau, 1998). Acreditamos que a abordagem sociocultural pode contribuir para o avanço da pesquisa sobre hipermídia na educação no sentido de aprofundar a compreensão sobre a interação com a linguagem desses meios, indo além da avaliação de diferenças individuais cognitivas e a possibilidade de adaptação desses artefatos a diferentes estilos e níveis. Enquanto sob o enfoque cognitivista é vista somente a relação usuário-sistema hipermídia, na abordagem sociocultural, além da relação agentes-ferramenta cultural, pode ser considerada, também, a ação mediada dos sujeitos entre si ao agirem sobre ela. Esse enfoque irá problematizar em que medida as características do sistema conformam o processo de aprendizagem e a consideração da tensão agentes-agindo-com-ferramentas-culturais (WERTSCH, 1993) permitirá investigar como ocorre esse processo situado em um determinado contexto cultural e institucional. Baseando-se nesse referencial, nosso interesse é compreender os mecanismos de construção de significados nas interações discursivas entre alunos, e entre esses e os recursos semióticos do sistema hipermídia “Biomec” considerados enquanto ferramentas culturais mediadoras das ações externas e internas, no contexto em que elas ocorrem.

REFERENCIAL TEÓRICO

O uso das TIC enquanto ferramentas técnicas ou artefatos físicos nas intervenções em sala de aula tem deixado de lado seu uso como ferramenta psicológica ou cultural própria da noção de ação mediada estabelecida no enfoque vygotskiano e, portanto, relacionada a uma visão de ensino como construção 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; SANTOS, 2004).

Os estudos de Solomonidou e Stravidou e de Kosma et al. (citados por GIORDAN, 2005a), 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, 2005a, 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 TIC 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, porque coloca o indivíduo como autor de seu próprio conhecimento (PRETTO, citado por REZENDE, 2000).

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. O plano intersubjetivo não é o plano “do outro”, mas da relação do sujeito com o outro. 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 que “implicam pequenos grupos (em geral, duplas) de indivíduos envolvidos em uma interação social determinada e explicável em termos de dinâmica de pequenos grupos e prática comunicativa” (WERTSCH, 1985, p. 77). Para compreender esses processos mentais não se poderia apenas analisar as ações externas dos indivíduos, mas também a relação agente-objeto e as ferramentas psicológicas que atuam como mediadores. A relação entre o funcionamento interpsicológico e intrapsicológico torna-se mais concreta na “zona de desenvolvimento proximal” (ZDP), 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 seus pares mais experientes. A ZDP 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, tornando-o um contexto apropriado para o desenvolvimento dos processos simbólicos do pensamento e das funções psicológicas superiores.

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).

Bakhtin considerou o enunciado como 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). 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. O resultado de um processo de compreensão pode desencadear diversas formas de respostas como a fala interna, processos de abreviação, formulação de um argumento ou implicar em outra voz citada pelo falante como na ventriloquação ou no enunciado referido, por exemplo.

A fala interna está relacionada à forma de organização do pensamento. Ela difere da fala de uma comunicação social por sua estrutura e por sua função. Na fala interna o sentido predomina sobre o significado, o que em parte justifica a existência da sintaxe abreviada, ou seja, a tendência de abreviação de frases e orações preservando o predicado e as partes da oração ligadas a ele.

A formulação de um argumento pode transparecer compreensão na medida em que construímos um enunciado com nossas próprias palavras em resposta ao enunciado de outro.

Quando, ao elaborar uma resposta, apelamos a uma linguagem social e essa linguagem expressa o que desejamos dizer, tem-se a ventriloquação, “processo no qual uma voz fala por

intermédio de outra voz ou tipo de voz em uma linguagem social” (WERTSCH, 1993, p. 78). A palavra torna-se propriedade de alguém quando o sujeito fala com intenção própria, com sua própria ênfase, quando se apropria da palavra adaptando-a a sua própria semântica e intenção expressiva. 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). O enunciado referido é o “mecanismo pelo qual uma voz (a voz narradora) se refere ao enunciado de outra (a voz narrada)” (WERTSCH, 1993).

A teoria da ação mediada considera os sistemas semióticos, dentre eles a linguagem, determinantes no processo de elaboração de significados, pois é através da fala que ocorrem as principais e mais significativas ações humanas (GIORDAN, 2005b). O significado é um conceito central para a aproximação sociocultural à ação mediada. Como o significado só existe na interação social, a construção de significado é um processo ativo e dialógico por natureza.

A abordagem sociocultural permitirá considerarmos como objeto de análise as ações mediadas dos alunos, vistas na interação discursiva entre os alunos e na interatividade deles com um sistema hipermídia num contexto de prática social como o da educação formal. Assim, tem-se como foco de interesse a tensão agentes-agindo-com-ferramentas-culturais, por considerar que é na ação mediada pela linguagem e pelos recursos semióticos (como o sistema hipermídia) que se tem acesso aos mecanismos psicológicos humanos característicos do processo de construção do conhecimento.

OBJETIVO E QUESTÕES DE ESTUDO

Pretende-se estudar em que medida a interação discursiva entre alunos que interagem colaborativamente com o sistema hipermídia “Biomec” se relaciona com processos de internalização de conceitos de Mecânica e de Biomecânica. A seguinte questão guiou a investigação: como o uso da linguagem e dos recursos semióticos (imagem, vídeo, animação, simulação, glossário, textos e palavras-chave) do sistema hipermídia “Biomec” conformam o processo de construção de significados?

METODOLOGIA

Contexto

O estudo teve como cenário o laboratório de informática do curso de graduação em EF de uma Universidade Federal. Participaram do estudo doze alunos das turmas de Cinesiologia (4º período) e Biomecânica (7º período) dos cursos de bacharelado e licenciatura em EF. Esses alunos declararam-se voluntários a participar do estudo e foram agrupados aleatoriamente formando seis duplas. Para esse artigo, fez-se um recorte do estudo delimitando a participação de duas duplas.

Desenho do estudo

Na apresentação do sistema aos alunos, foi informado que a navegação deveria ser em duplas, com duração de no máximo 40 minutos, e que eles deveriam discutir sobre o conteúdo para decidir, em comum acordo, os passos a serem dados (uso dos índices, das palavras-chave, das simulações, 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 feitos registros de observação pela pesquisadora durante a navegação dos alunos para auxílio na interpretação dos dados coletados, visando identificar elementos significativos do entorno da prática discursiva.

Descrição do sistema hipermídia “Biomec”

O “Biomec” é um sistema hipermídia que integra conceitos de Mecânica, Biomecânica e Anatomia, embasado na perspectiva construtivista, onde os estudantes têm o controle sobre a seleção do conteúdo através da navegação livre entre conceitos, textos, imagens, animações, vídeos e simulações. 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; ísquio tíbiais, 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, vídeos e simulações onde são exibidos exemplos do cotidiano e do movimento humano (membros superiores e inferiores) em situações práticas da EF, na tentativa de integrar o conhecimento do aluno ao conhecimento científico relacionado àquela situação (REZENDE ET AL., 2006).

Análise dos dados

Da transcrição dos diálogos foram extraídos episódios compostos por 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 dentro do contexto de cada episódio.

Quanto à codificação das transcrições, a identificação das duplas é feita utilizando-se as letras A e B. O uso de parênteses descreve as ações realizadas durante a interação (como leitura de uma página na tela, por exemplo). O ponto de interrogação entre parênteses indica enunciados inaudíveis. As aspas identificam trechos dos textos que aparecem nas telas do sistema hipermídia e que eles lêem em voz alta e as reticências indicam uma entonação da fala que pode ser interpretada como inacabamento do enunciado ou de prosseguimento do diálogo.

RESULTADOS

Apresentamos a seguir, dois episódios que permitem a discussão de diferentes aspectos do uso dos recursos semióticos do sistema hipermídia “Biomec” na construção compartilhada de significados.

a) Episódio sobre “Vetores”

Nesse episódio, os recursos do sistema hipermídia “Biomec” foram utilizados como ferramentas psicológicas na construção de significados. O diálogo se passa entre dois alunos de Bacharelado em EF que cursam a disciplina de Biomecânica e discutem a página “Vetores” (Figura 1). O aluno A manipula o mouse.

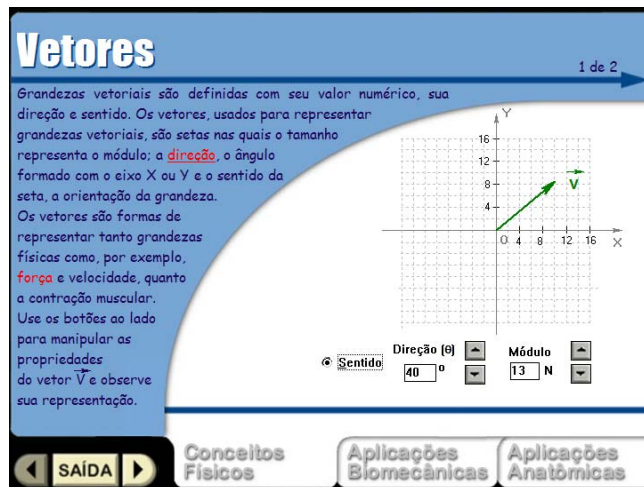


Figura 1 – Página “Vetores”.

Linha#

- 1 A. “Grandezas vetoriais são definidas...observe sua representação.” (o aluno A lê em voz alta todo texto explicativo da página 1 de 2 de vetores – Figura 1).
- 2
- 3 A. Vetores...sentido..ângulo teta...módulo 13 N. 40 graus.
- 4 B. Clica nesse b (refere-se ao botão correspondente à opção abaixo da primeira)
- 5 A. Isso. botão, pra modificar. (refere-se ao botão sentido)
- 6 A. Isso, calma lá, 40 graus, só modificar, né?
- 7 B. Aqui é o ângulo, né? 16, 40...0 graus
- 8 A. Direção, o ângulo ...(continua a leitura da mesma página)...sentido...
- 9 B. Direção é o ângulo, pô.
- 10 B. Ângulo teta.
- 11 B. Aumentando o ângulo.
- 12 A. Então, aumentando o ângulo, o que que está acontecendo? O que que está acontecendo com esse vetor....? Quanto menor o ângulo, maior aqui...que medida é essa aqui? Tem um ângulo aqui...distância né? Quanto menor o ângulo...calma aí. “o ângulo formado com o eixo X ou Y e o sentido da seta” (volta a ler a tela -) ah...o sentido da seta. Então, tá ficando mais...tá indo mais pro norte.
- 13
- 14
- 15
- 16
- 17 B. Ah...é, ele tá mais pro norte.
- 18 A. Maior o ângulo ali no caso, né? Menor o ângulo...
- 19 B. Mexe ali na força...
- 20 A. Tá ficando mais horizontal...15 N...
- 21 B. Aumentou o vetor?
- 22 A. É, o vetor força.quanto maior ele, maior força.
- 23 B. Aumenta aí. Vai diminuir, né? Isso...ahm...ahm...(confirmado pela animação)
- 24 A. Agora vamos aumentar...ah...o ângulo é o mesmo. Aumentou a força12 vamos botar aqui novamente, 12 . Agora vamos lá pra 0 graus pra ver se vai ser a mesma...mesma coisa, 12 também.
- 25
- 26
- 27 B. É.
- 28 A. Mesma coisa, ó...sentido e direção. Só isso aqui, né?
- 29 B. É...conceito físico.

O aluno A parece dialogar internamente com o texto e a animação do sistema (linhas 12 a 16). O diálogo interno do aluno se estrutura segundo um padrão discursivo em que ele faz uma pergunta instrutiva, responde em voz alta e o outro apenas ratifica a resposta (linha 17). Esse

padrão será daqui em diante identificado por “IR-F” (sem o hífen entre I e R para dar visibilidade à contigüidade dos momentos de iniciação e resposta pelo aluno e o hífen entre R e F para delimitar o momento de avaliação do seu interlocutor). O padrão “IR-F”¹ parece caracterizar uma situação de internalização em que, a partir da verbalização (processo interpsicológico) do seu processo de construção de significado, o aluno elabora um diálogo interno, porém compartilhado. O diálogo interno atua como fator estrutural da modalidade discursiva, assim como desempenha importante função reguladora no processo de elaboração de significados, dando suporte à ação dos alunos com a ferramenta cultural na intenção de se apropriar do conteúdo e guiando o processo intrapsicológico (GIORDAN, 2005b).

Seu diálogo interno é verbalizado e, assim, é compartilhado com o colega, que ao final da fala de A concorda com a conclusão obtida por este (linha 17). O aluno B compartilha do raciocínio de A, ou seja, da maneira com que o aluno A elabora o entendimento do conceito. Seu diálogo interno é verbalizado e, assim, é compartilhado com o colega, que ao final da fala de A concorda com a conclusão obtida por este (linha 17). O aluno B compartilha do raciocínio de A, ou seja, da maneira com que o aluno A elabora o entendimento do conceito.

No restante do episódio (linhas 18 a 26) a simulação 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 ferramenta cultural auxiliou na construção de significado através da dialogicidade entre os agentes, os textos e as imagens. A animação se integrou na compreensão dos textos explicativos sobre o conteúdo.

b) Episódio sobre “Saque”

Nesse episódio, o diálogo ocorreu entre duas alunas de licenciatura que cursam a disciplina de Cinesiologia. Depois de acessarem os conceitos físicos, a dupla passou para o índice de aplicações biomecânicas acessando a página “Saque” (Figura 2). A aluna A manipula o mouse.



Figura 2 – Página “Saque”.

Linha#

- 1 B. Vai...vai...
- 2 A- Ele é mais rápido.

¹ A definição desse padrão discursivo toma como referência o padrão triádico I-R-F (Coulthard, citado por LEMKE, 1997) que se refere a um diálogo professor-aluno no qual a iniciação é do professor, a resposta do aluno e o feedback do professor.

- 3 B- O raio é maior.
- 4 B- Maior a distância, maior o raio aqui. O raio maior aumenta a velocidade angular.
- 5 A. Tem certeza?
- 6 B. O outro tá junto(?)
- 7 A. Por quê?
- 8 B. Aquele lá do problema da bolinha...quanto menor era o raio, maior era a velocidade angular.
- 9
- 10 A. Acho que não era velocidade angular não, não.
- 11 B. Volta lá em velocidade angular. “Quanto maior o raio do círculo que o corpo descreve, maior será a velocidade linear” (texto da página 1 de 2 de velocidade angular)
- 12
- 13 A. É. não, é... algo, a linear é que muda.
- 14 B. Aumentou o raio.
- 15 A. A linear... mas a angular não.
- 16 B. Não entendi nada. Como assim?
- 17 A. A linear é o móvel A, só dá uma volta.
- 18 B. Ah...não, tá. A volta é a mesma, só que você gira mais vezes.
- 19 A. É.
- 20 B. A mesma coisa.
- 21 A. A angular é em relação ao próprio círculo. A linear é em relação ao espaço, mas a distância é a mesma.
- 22
- 23 B. Uhm..., então quanto maior o raio...ela não dá nem um giro. Não deu nenhum giro,
- 24 né?
- 25 A. Vai bem mais devagar. (referindo-se a R2)
- 26 B. Vai, “A”. (referindo-se à colega)
- 27 A. Vai bem mais devagar. Ela dá vários giros, vários giros. Vai bem mais devagar.
- 28 B. Vários giros, ahn..?
- 29 A. É menor. Aqui não, é muito mais rápido.
- 30 B. Onde?
- 31 A. Aqui, ó...demora 15 segundos. Metade do tempo. Aqui ela demora...
- 32 B. Um quarto...(Leitura da página 2 de 2 – velocidade angular)
- 33 A. É que o raio é menor, menor o diâmetro, maior a...
- 34 B. Volta a ler a mesma página.
- 35 B. Vai, beleza, agora volta lá. (botão amarelo). Então, no caso quanto maior o raio,
- 36 maior é a velocidade linear.
- 37 A. Ahn?
- 38 B. Não, mais velocidade linear.
- 39 A. Angular
- 40 B. Ai...Eu pensava que era a mesma velocidade angular.
- 41 A. Então, mas nesse caso aqui vai ser maior a angular. Não pode ter nada de linear aqui. Aqui é só angular.
- 42
- 43 B. Não tô entendendo nada...”Quanto maior a distância, maior o raio do círculo que um corpo descreve, maior será a velocidade angular da articulação e maior será a velocidade linear imprimida na bola” (leitura do trecho da página de saque - 2 de 2).
- 44
- 45
- 46 B. Tá, vai!

Nesse episódio pudemos observar que a aluna B faz uma auto-síntese do que viu na animação do movimento do saque (linha 4) que relaciona os conceitos de velocidade angular e linear. A aluna A questiona duvidando da síntese (linhas 5 e 7). A aluna B replica referindo-se ao “problema da bolinha” (linhas 8 e 9). Acreditamos que ela esteja referindo-se ao conceito de momento de inércia acessado no início da navegação pela dupla. Nesse conceito há a animação

de duas “rodas” que a aluna refere-se como “bolinhas”, o que é imediatamente reprovado pela aluna A na linha 10 – “acho que não é velocidade angular, não”. Para esclarecer a dúvida, a aluna B pede para “voltar lá em velocidade angular” (linha 11). Analisando a navegação da dupla, percebemos que as alunas acessaram o conceito pela palavra-chave inserida no texto da página “Saque”. Ao longo do diálogo, há um equívoco na construção do conceito elaborado pela aluna B quando ela não identifica a relação direta entre o raio e a velocidade angular (“quanto menor era o raio, maior era a velocidade angular” – linhas 8 e 9). Quando recorrem ao conceito, a aluna B produz um enunciado referido, ou seja, se refere ao enunciado de A (a voz narrada). Percebe-se uma ventriloquação quando a aluna apela ao gênero discursivo científico para produzir seu enunciado mencionando “quanto maior o raio do círculo que o corpo descreve, maior será a velocidade linear” (texto da página 1 de 2 de “Velocidade Angular”).

A aluna A (linha 13) parece, em parte, ceder ao enunciado científico ventriculado pela aluna B, persuadida pelo poder explicativo que esse gênero discursivo tem em relação ao enunciado produzido pelas idéias de sua interlocutora, considerando o contexto sociocultural em que esses enunciados são produzidos (o cenário da educação formal). Supomos que a aluna A não dialogou com o texto da página, porque na linha 13 ela afirma, referindo-se ao enunciado de B (“a linear é que muda”), que o aumento do raio não implica a mudança da velocidade angular (“a linear, mas a angular não”), contrariamente ao que o texto da mesma página afirma (“a velocidade angular se relaciona com a velocidade linear”).

A aluna B declara não ter entendido (linha 16) e, através de uma pergunta autêntica, demonstra interesse em obter esclarecimento. A aluna A responde: “a linear é o móvel A só dá uma volta” (linha 17). Nesse enunciado, a aluna A usa o termo “móvel” referindo-se ao desenho de uma roda presente na animação da primeira opção da simulação onde o raio da roda é maior ($R_1 > R$). Esse termo, característico do gênero discursivo dos professores de Física, não é mencionado no sistema. Nesse caso pode ter havido uma apropriação do termo incorporado aos conhecimentos prévios da aluna.

As alunas elaboraram um discurso interativo dialógico (linhas 16 a 36) quando compartilham a construção de significados sobre o padrão temático de velocidade angular. Embora mantenham uma estrutura discursiva do tipo I-R-F, observamos que as iniciações não ocorreram em forma de perguntas (como ocorre geralmente nesse padrão), mas a partir do enunciado anterior da interlocutora, em que esta explicita o diálogo oculto estabelecido com os recursos de animação e simulação da ferramenta cultural. Da mesma forma, as respostas não se caracterizaram como discurso de autoridade, mas permitiram a interanimação com outras vozes - a da aluna e do sistema - dando prosseguimento ao diálogo. Nesse sentido, evidenciou-se a intersubjetividade entre as alunas, na medida em que elas compartilharam compreensões comuns, sustentadas pela dialogicidade oculta entre elas e as imagens do sistema, e 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”.

Após explorarem o conceito de velocidade angular, a aluna B solicita à aluna A para retornar na página de saque. Visualizando a animação da página 1 de saque ela parece se apropriar da compreensão elaborada sobre o conceito de velocidade angular e o aplica corretamente no movimento de saque demonstrado no sistema (linhas 35 e 36). Nas linhas 38 a 42, observamos uma situação de conflito em que a aluna A discorda da síntese elaborada pela aluna B, embora esteja correta. Essa discordância desestabiliza (ou desconstrói) o conceito de velocidade angular que a aluna B acabara de construir, levando-a a declarar “eu pensava que era a mesma velocidade angular”. No entanto, a aluna A não percebe a relação direta do tamanho do raio com velocidade angular e com velocidade linear - “... nesse caso, aqui vai ser maior a angular. Não pode ter nada de linear aqui. Aqui é só angular” (linhas 41 e 42), apesar de recorrer ao conceito de velocidade angular onde isso está literalmente escrito - “a velocidade angular se relaciona com a velocidade linear”. A aluna B mostra-se confusa com o feedback da aluna A que

exerce sobre a outra um discurso internamente persuasivo. A aluna B retorna à leitura da página exatamente no trecho em que está explícita a relação entre o tamanho do raio e os conceitos de velocidade angular e velocidade linear (linhas 43 a 45). A aluna B demonstrou que houve compreensão dos conceitos, no momento em que numa apropriação do texto, ela contra-argumentou a afirmação da aluna A (linhas 43 e 45).

A dupla de alunas recorreu à palavra-chave “velocidade angular” para acessar esse conceito, no intuito de esclarecer o conflito cognitivo instalado entre ambas. Nesse caso, podemos considerar que o uso da ferramenta cultural conformou a ação da aluna B, levando-a a se apropriar do conceito e aplicá-lo para esclarecer à outra aluna, demonstrando assim, que houve internalização. Pudemos identificar os dois planos de qualquer função psicológica: no plano social estão os mecanismos interpsicológicos presentes na interação discursiva entre as alunas e na ação interativa delas com o sistema. E, concomitantemente, no plano psicológico, onde os mecanismos intrapsicológicos ocorrem em cada indivíduo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos episódios analisados buscou-se contemplar possíveis respostas à cada uma das questões de estudo, reconhecendo que a linguagem como ferramenta cultural perpassa essa tentativa didática de separar os episódios.

No episódio em que se destacou o uso dos recursos semióticos do sistema hipermídia “Biomec” na construção de significados, verificamos que os alunos elaboraram e compartilharam significados e se apropriaram dos textos e do conteúdo das imagens (animações e simulações) quando apontaram para elas, utilizaram-nas como demonstração para explicar ao colega, quando releam os textos para explicar, com suas próprias palavras, os conceitos ou fenômenos, ou ainda quando fizeram analogia com situações do cotidiano acadêmico ou profissional. As atividades externas desempenhadas pelos alunos durante a navegação no sistema como informar-se, aprender, ensinar, simular, demonstrar, animar, decidir e escolher 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 externas foram desencadeados mecanismos intrapsicológicos (ou processos de internalização) em cada aluno, em decorrência do diálogo entre eles e os recursos semióticos do “Biomec”.

Nas situações de conflito, foi fundamental o uso dos recursos semióticos (imagem, vídeo, animação e simulação, glossário e textos explicativos) para explicar, demonstrar, avaliar e compreender o conteúdo, ações que repercutem na elaboração de significados. Assim, os recursos semióticos do sistema, sua estrutura hipertextual e a possibilidade de intervenção dos alunos nos parâmetros das simulações puderam promover mudanças microgenéticas nas concepções dos alunos, o que parece estar de acordo com os estudos de Solomidou e Stavridou (citados por GIORDAN, 2005a).

Observamos que, diferentemente do que ocorre na sala de aula, na interação colaborativa entre alunos diante de um sistema hipermídia podem ocorrer padrões diferentes do padrão clássico I-R-F. Nesse estudo, identificamos o padrão discursivo “IR-F” como a interação em que um aluno faz uma pergunta e a responde, enquanto seu interlocutor avalia ou dá prosseguimento ao diálogo. Esse padrão discursivo pode representar uma forma de internalização, em que o aluno elabora um diálogo interno e compartilha com o outro verbalizando um mecanismo intrapsicológico.

Os resultados apontam para a relevância de planejar situações de ensino que estimulem interações sociais no uso de sistemas hipermídia como ferramentas culturais no processo de

internalização do conhecimento. Essa abordagem pode funcionar como um contexto rico no sentido de permitir aos alunos a reelaboração colaborativa dos mecanismos intrapsicológicos mediados pelo diálogo com outro e com os recursos semióticos do sistema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKHTIN, M. **Estética da Criação Verbal**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- BAKHTIN, M. **Marxismo e filosofia da linguagem**. São Paulo: Hucitec, 2004.
- COLA, C. S. D. **Biomec: um sistema hipermídia que integra conceitos básicos de mecânica, biomecânica e anatomia humana**. Dissertação de mestrado. Rio de Janeiro: UFRJ/NUTES, 2004.
- DIAZ BARRIGA, F. Principios de diseño instruccional de entornos de aprendizaje apoyados com TIC: um marco de referencia sociocultural y situado. **Tecnología y Comunicación Educativas**, v.41, pp. 4-16, julio-diciembre, 2005.
- FITZGERALD, G.; SEMRAU, L.P. The effects of learner differences on usage patterns and learning outcomes with hypermedia case studies. **Journal of Educational Multimedia and Hypermedia**, v.7, n.4. pp. 309-331, 1998.
- FREITAS, M. T. A. **Vygotsky & Bakhtin. Psicologia e Educação: Um intertexto**. 4ª ed., São Paulo: Editora Ática, 2003.
- GIORDAN, M. O computador na educação em ciências: breve revisão crítica de algumas formas de utilização. **Ciência & Educação**, v. 11, n.2, p. 279-304, 2005a.
- GIORDAN, M. A internet vai à escola: domínio e apropriação de ferramentas culturais. **Educação e Pesquisa**. v.31, n.1, pp. 57-78, março, 2005b.
- LEMKE, J. L. **Aprender a hablar ciencia: lenguaje, aprendizaje y valores**. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica S.A., 1997.
- MACHADO, D.I.; SANTOS, P.L.V.A.C. Avaliação da hipermídia no processo de ensino e aprendizagem da física: o caso da gravitação. **Ciência & Educação** v.10, n.1, pp: 75-100, 2004.
- MARCHIONINI, G. Hypermedia and learning: freedom and chaos, **Educational Technology**, v.28, n.11, pp. 8-12, 1988.
- REZENDE, F. As Novas Tecnologias na Prática Pedagógica sob a Perspectiva Construtivista. **Revista Ensaio-Pesquisa em educação em Ciências**. v.2, n.1, pp.75-98, 2000.
- REZENDE, F.; SOUZA BARROS, S. A Hipermídia e a Aprendizagem de Ciências: Exemplos na área de Física. **Revista A Física na Escola**, v.6, n.1, pp. 63-68, 2005.
- REZENDE, F; GARCIA, M.A.C.; 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**. v.11, n.2, pp. 1-25, 2006.
- STRUCHINER, M.; GIANNELLA, T. Novas tecnologias da informação e comunicação na educação. In: STRUCHINER, M. **Aprendizagem e prática docente na área da saúde: conceitos, paradigmas e inovações**. Washington, D.C: OPAS, 2005.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Org: Michael Cole et al; tradução José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. – 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.
- WERTSCH, J. V. **Vygotsky y la formación social de la mente**. Barcelona: Paidós, 1985.
- WERTSCH, J. V. **Voces de la mente: un enfoque sociocultural para el estudio de la acción mediada**. Traducción: Adriana Silvestri - Madrid: Visor Distribuciones, S.A., 1993.
- WERTSCH, J. V. **La mente en acción**. Madrid: Aique Grupo Editor S.A, 1998.