



Jogos de linguagem e mudança discursiva na interação compartilhada de estudantes com sistema hipermídia

Language games and discursive change in the collaborative interaction of students with a hypermedia program

Flavia Rezende

NUTES-UFRJ
flaviarezende@uol.com.br

Márcio Trindade

NUTES-UFRJ
marcio_duque@yahoo.com.br

Resumo

Descrevemos o processo de construção compartilhada de significados de uma dupla de estudantes de graduação em Educação Física que interage com o sistema hipermídia “Biomec”. Os jogos de linguagem desenvolvidos nos encontros com as páginas de velocidade angular e momento de inércia foram descritos com base em um instrumento teórico construído a partir de uma abordagem sociocultural e pragmática de aprendizagem, incluindo: as lacunas explicitadas na interação; as relações construídas em termos de similaridades e diferenças; os efeitos dos encontros com o sistema sobre as mudanças discursivas e a construção de significados. Concluímos que a ocorrência de algum tipo de mediação semiótica – do sistema hipermídia ou do discurso – foi fundamental para explicitação das lacunas, estabelecimento do consenso e construção de relações. Em relação à mediação do sistema, observamos que as animações, mais do que os textos, fizeram o papel de esquemas públicos de referência, permitindo a construção de novas relações e de novos significados.

Palavras-chave:

Jogos de linguagem; mudança discursiva; abordagem sociocultural e pragmática; hipermídia; mecânica.

Abstract

This study describes shared meaning construction by a couple of undergraduate students of Physical Education who interact with a hypermedia program called "Biomec". The language games developed in the encounters with the pages of angular speed and moment of inertia were described using a theoretical instrument elaborated on the basis of a sociocultural and pragmatic approach of learning, including: the gaps that emerged in the interaction, the relationships of similarity and difference that were constructed and the effect of the encounters with the hypermedia system on discussion and action. We concluded that the occurrence of some kind of semiotic mediation – by the system or by discourse – is essential to the gaps be perceived, to the consensus be established and to the relationships be constructed. We observed that the animated situations played, more than the texts, the role of public schemes of reference, allowing the construction of new relationships and meanings.

Key words

Language games; discursive change; sociocultural and pragmatic perspective; hypermedia; mechanics.

Introdução

Muitos profissionais que atuam diretamente com o movimento humano, como educadores físicos, fisioterapeutas e médicos se utilizam de conhecimentos de biomecânica para exercer adequadamente suas atividades. Um aspecto fundamental para o domínio e aplicação desses conhecimentos é poder abstrair situações de motricidade humana para identificar as características biomecânicas de um determinado movimento. Outro aspecto importante é que o estudo biomecânico do movimento envolve conceitos de mecânica, que também dependem de alta dose de abstração e em relação aos quais os estudantes de Educação Física, em geral, apresentam atitude desfavorável (DEPRA e BREZIKOFER, 1999). Por estas características, o processo de aprendizagem de biomecânica tem sido penoso para muitos estudantes, além de não ser facilitado pelos materiais didáticos atualmente disponíveis, os quais, em grande parte, são apresentados por descrições textuais e representações gráficas estáticas.

Neste sentido, sistemas multimídia e hipermídia, que representam as informações mediadas por imagens, vídeos, simulações, animações e textos se apresentam como alternativas atraentes por proverem aos estudantes a oportunidade de se engajarem em aspectos particulares do conhecimento científico por visualização e simulação de fenômenos. Estudos já realizados apontaram correlação positiva entre o uso educacional destes recursos e a melhoria na qualidade da argumentação científica dos estudantes (GIORDAN, 2005), que se constitui em um passo fundamental para a construção de conhecimento.

Partindo desta problemática, foi desenvolvido o sistema hipermídia "Biomec", que integra conceitos de mecânica a aplicações em biomecânica e em anatomia humana. Resultados obtidos de uma pesquisa sobre a introdução do sistema hipermídia "Biomec" (REZENDE et al., 2006) no processo de ensino-aprendizagem de biomecânica

mostraram que o sistema pode influenciar a atitude em relação à Física e melhorar a compreensão da relação entre conceitos físicos e suas aplicações no estudo de biomecânica e anatomia. O estudo indicou também que as animações¹ e simulações podem desempenhar um importante papel no processo de ensino-aprendizagem de biomecânica, na medida em que agem como facilitadores da visualização de um determinado movimento humano.

Mesmo reconhecendo o valor do sistema hipermídia e das animações apresentadas no material para a compreensão dos conceitos de mecânica e biomecânica, os autores afirmam que os resultados obtidos precisam de maior esclarecimento sobre “como o sistema favoreceu essa compreensão e como é essa compreensão” (REZENDE et al., p.257), sugerindo uma abordagem de pesquisa que incluísse a análise do processo de construção de significados envolvido no fenômeno da aprendizagem mediado por esse recurso.

Por outro lado, apesar da importância dos recursos visuais para o ensino de ciências já ser reconhecido, estudos têm mostrado que os estudantes podem também não perceber aspectos essenciais do conteúdo das animações sem a ajuda do professor (KELLY e JONES, 2001). Esse tipo de resultado dá substância à idéia de que o encontro do indivíduo exclusivamente com o mundo físico (ou com uma animação relativa ao mundo físico) raramente é suficiente para a construção de significados desejados (WICKMAN e ÖSTMAN, 2002).

Um caminho para se compreender a insuficiência desses recursos para novas aprendizagens seria considerar que mesmo sendo ricas em imagens e em cálculos, simulações e animações são pobres em sua dimensão social (FUNKE, 1998 *apud* MEDEIROS; MEDEIROS, 2002). Ou seja, apesar da riqueza de informações que um recurso tecnológico pode carregar com ele, estas tecnologias não podem substituir o papel da interação social, renegando a sua importância quando nos referimos ao fenômeno da aprendizagem, no qual o papel da interação entre seres humanos é fundamental.

Com intuito de avançar na compreensão do processo de aprendizagem mediada por sistemas hipermídia, Duarte e Rezende (2008) optaram pelo estudo da interação de duplas de alunos com o sistema hipermídia “Biomec” por entenderem que este tipo de abordagem incluiria o “elemento fundamental da aprendizagem: a linguagem” (p. 402). Com o foco sobre a interação entre alunos mediada por este recurso tecnológico e pela linguagem, as autoras pretenderam recolher mais elementos para aprofundar, em relação ao estudo realizado anteriormente (REZENDE et al., 2006), a compreensão do processo de construção de significados compartilhados e do potencial dos recursos tecnológicos para a aprendizagem de biomecânica. Em suas conclusões, as autoras relatam que as atividades dos alunos durante a navegação, como explicar, aprender, ensinar, simular e demonstrar referiram-se a processos duplamente mediados – pela linguagem e pelos recursos semióticos do sistema “Biomec” – desencadearam

¹ Tendo em vista a dificuldade de se caracterizarem as mídias audiovisuais em função da gama de termos utilizados na área de educação em ciências, resolvemos caracterizar animações como representações visuais dinâmicas que permitem a visualização de um determinado fenômeno em movimento, e como simulações, as representações visuais dinâmicas que possibilitam a manipulação de variáveis que podem alterar o fenômeno representado.

processos de internalização. A ação mediada foi determinada pelo suporte do sistema hipermídia, mas também por fatores socioculturais que configuraram as diferentes estruturas discursivas dos diálogos desenvolvidos pelas duplas.

O foco na interação entre sujeitos no contexto do processo de ensino-aprendizagem com recursos tecnológicos se afina com a percepção de que assistimos recentemente, na área educacional, ao deslocamento da pesquisa sobre o entendimento individual de conceitos para a análise da construção social de significados. De acordo com Amaral e Mortimer (2005, p.8), “pesquisadores da educação têm se movido de estudos que focam os processos individuais de aprendizagem para uma investigação interpretativa de processos coletivos de aprendizagem, levando em consideração a construção social do conhecimento”. Nesses estudos, a linguagem passa a ser vista como construção sociocultural e fonte social de um grupo e o papel central do discurso como mediatizador da construção de significados na sala de aula.

O presente estudo pretende dar continuidade à investigação da construção compartilhada de significados mediada por sistema hipermídia à luz da perspectiva sociocultural, incorporando contribuições teóricas de Ludwig Wittgenstein, assumindo um quadro teórico mais robusto que permita considerar mais elementos do processo e, portanto, se aproximar mais de sua complexidade.

Fundamentação teórica

A perspectiva sociocultural e pragmática

A partir da perspectiva sociocultural sustentada fundamentalmente pela psicologia de Vygotsky, a aprendizagem de ciências passa a ser vista como aprendizagem social de tradições culturais, de tipos de discursos e representações utilizáveis (LEMKE, 2001, p. 298), o que implica a entrada em uma nova ordem social onde deve ser dado significado a novas situações ou novo significado a situações aparentemente familiares (WICKMAN e ÖSTMAN, 2002).

Ao atribuir o surgimento das funções psicológicas especificamente humanas às relações que se estabelecem entre o indivíduo e seu contexto cultural e social, Vygotsky (1998) delega à cultura, um papel constituinte da natureza humana. O desenvolvimento mental humano passa a ser visto como produto dos mecanismos elementares e dos processos interpessoais, oriundos da inserção do homem num contexto cultural. Por meio de mediações semióticas, os indivíduos podem interagir entre si para estabelecerem significados compartilhados e paralelamente, são estes meios que, em certa medida, conformam a percepção de determinados objetos e eventos em um dado contexto, assim como a interpretação destes. A interação com uma pessoa mais experiente neste processo se torna condição imprescindível para a superação do intervalo, conhecido como zona de desenvolvimento proximal, entre a capacidade potencial de um indivíduo e a capacidade real por ele demonstrada.

Wickman e Ostman (2002) aproximam a perspectiva sociocultural da perspectiva pragmática de Wittgenstein pela ênfase comum na linguagem e pelo fato de que o contexto se torna em ambas, elemento fundamental para a compreensão do processo

de aprendizagem. A possibilidade de os conceitos científicos serem internalizados pelo sujeito quando ele consegue usar os conceitos independentemente do contexto, prevista por Vygotsky, seria o aspecto que afasta essas perspectivas. Tal afastamento já fora sinalizado por Wertsch (1999, p. 85) quando o autor destaca que o termo 'internalização' leva à "busca de regras e conceitos internos, assim como de outras entidades psíquicas bastante suspeitas para filósofos como Wittgenstein". Este ponto e as possibilidades de aproximação serão percebidos na breve apresentação a seguir, das idéias de Wittgenstein sobre linguagem, construção de significados e compreensão.

Na filosofia pragmática de Wittgenstein, as expressões da nossa linguagem e a realidade da qual nossa linguagem trata são identificadas quando se observam certas atividades humanas. Este conjunto de atividades lingüísticas ou não, governadas por regras lingüísticas ou não, que regulam o emprego de uma determinada expressão ou palavra seriam os jogos de linguagem, definidos originalmente por Wittgenstein (2002, §7, p. 177) como "o todo formado pela linguagem e as atividades com as quais ela está entrelaçada". A expressão 'jogo de linguagem' realça o fato de que falar uma língua é parte de uma atividade ou de uma forma de vida" (WITTGENSTEIN, 2002, §23, p. 189). Assim, não somente o 'dizer', mas o 'fazer' também constitui ação relevante para a compreensão do processo de construção de significados.

O significado de nossas ações e expressões se torna, então, parcialmente governado por regras socialmente compartilhadas, reforçando a idéia de que o significado é parte inseparável de um jogo de linguagem e de seu contexto. Isto significa que o que as pessoas dizem nunca é somente delas, pois também faz parte de algum esforço coletivo localizado. O que acontece quando agimos, constitui assim, o imediato e é imediatamente inteligível no contexto ou jogo de linguagem do qual é parte e não porque é intrinsecamente óbvio ou convincente.

Wittgenstein (2002) se utiliza da expressão 'esquema público de referência' para se referir a algo que constitui a referência comum a partir da qual os participantes de um jogo de linguagem estabelecem o que é imediatamente inteligível e que passa a servir de ponto de partida para a construção de novos significados. O comportamento manifesto, expresso em enunciados e ações sem questões ou hesitação, será a referência para se afirmar que há um significado compartilhado e que há compreensão. Para o filósofo, o que nos dá direito de dizer que alguém compreende uma regra não consiste na descrição dos processos internos concomitantes que ocorrem durante o processo de compreensão, mas sim das "circunstâncias sob as quais ele teve tal vivência" (WITTGENSTEIN, 2002, §155, p. 283). Isto não quer dizer que tais processos não ocorram, mas apenas que não são parâmetros para aferir a compreensão.

Wittgenstein (2002) procura criticar a idéia de compreensão como um estado mental subjetivo, na medida em que não há uma essência comum a todos os processos incluídos no que chamamos de linguagem. Para o autor, "compreender é em si um estado do qual surge a aplicação correta" (WITTGENSTEIN, 2002, § 146, p. 277). A aplicação ou uso das palavras passa assim, a se apresentar como um critério de compreensão e não como alvo da compreensão. Logo, não adianta explicar o que vem a ser o significado de uma determinada expressão a não ser pelo seu uso em determinado contexto.

Por considerar a primazia dos jogos de linguagem na construção das relações semânticas entre linguagem e mundo, Wittgenstein (2002) ressalta a importância do ensino destes jogos para que os indivíduos possam efetivamente compreender as relações entre palavras e objetos em diferentes contextos e, portanto, os seus significados. Assim como na perspectiva sociocultural, o processo de ensino-aprendizagem é visto como provimento de meios de construir significados e de como utilizá-los em contexto. Algo semelhante ao processo de enculturação (MORTIMER, 1996) que, no âmbito do processo de ensino-aprendizagem de ciências, estaria ligado à apropriação dos recursos discursivos, das maneiras de falar, de argumentar, de aplicar e legitimar esse conhecimento e em particular, os fatos científicos.

Tomando-se o aporte de Wittgenstein para pensar a aprendizagem de ciências, poderíamos dizer que a compreensão dos conceitos científicos se revela mais pela compreensão das regras que regulam e governam o uso da linguagem científica do que propriamente pela compreensão dos conceitos. E essas regras não podem ser internas, pois devem ser passíveis de observação por parte de um sujeito que se encontra no mesmo contexto interativo que o sujeito que compreende. Por este motivo é que o processo de compreensão das regras concebido por Wittgenstein só pode ser observado no plano intersubjetivo, de modo que possa ser verificado por outro sujeito além do sujeito que compreende.

Em uma perspectiva sociocultural e pragmática, a aprendizagem de ciências passa a ser vista assim, como mudança discursiva que se dá em uma sucessão de encontros entre indivíduos e entre indivíduos e o mundo em um dado contexto social e histórico, sendo portanto, situada. Ao longo dos encontros o significado de nossas ações e expressões muda em função da alteração das circunstâncias que conformam um conjunto de regras que regulará o uso da linguagem. Promover a entrada dos aprendizes dentro de um determinado jogo de linguagem, regulado por suas próprias regras, como por exemplo, o jogo de linguagem realizado pela comunidade científica, pode permitir a estes alunos, como observadores, “ler essas regras na prática do jogo” (HINTIKKA e HINTIKKA, 1994, p. 274). Nesse processo, o indivíduo passa a conhecer as regras do jogo, que tem como equivalente a apropriação dos recursos discursivos próprios da ciência e sua aplicação correta em uma dada situação.

Instrumento para descrição da aprendizagem

Com base na perspectiva sociocultural e pragmática, a aprendizagem de ciências em sala de aula é um processo de construção da linguagem que se modifica constantemente ao longo da interação entre os indivíduos. Nessa perspectiva, a ação humana e a conversa são as bases da análise do aprendizado, o que significa dar ênfase ao processo em detrimento do seu produto para entender de que forma o significado é construído a partir de mudanças discursivas provenientes da interação dos indivíduos em um dado contexto.

Assim, conhecimento, aprendizagem e significado são sempre pensados de uma forma situada em um determinado contexto social, histórico, institucional e cultural e vistos como partes de um processo dinâmico. A cognição é vista como situada no discurso, onde “interações ocorrem entre indivíduos e entre indivíduos e o mundo material” (WICKMAN e ÖSTMAN 2002, p. 603). O instrumento teórico proposto por estes

autores (resenhado a seguir) é constituído por um conjunto de conceitos essenciais à descrição da aprendizagem a partir de uma perspectiva sociocultural e pragmática da aprendizagem.

Encontro. Os encontros podem se dar entre pessoas ou entre pessoas e o mundo material e são tidos “como partes de um discurso que influenciam a conversa e a ação em direção ao mundo material” (WICKMAN e ÖSTMAN, 2002, p.604). A descrição dos encontros nos ajuda a enxergar a conectividade e continuidade do discurso, possibilitando o estudo de como a ação e significado mudam na prática à luz de novas experiências.

Inteligibilidade Imediata. Algo é imediatamente inteligível quando nenhuma explicação para além do contexto discursivo é necessária para a compreensão. No encontro, o contexto e o propósito dos indivíduos são parte do que é imediatamente inteligível e por sua vez, do significado. O que ocorre quando agimos ou falamos é imediatamente inteligível naquele contexto ou jogo de linguagem e é expresso em enunciados e ações sem questões e hesitação (WICKMAN e ÖSTMAN, 2002). Com base no processo de compreensão descrito por Wittgenstein, Wickman e Östman (2002) mostram que nem tudo o que é imediatamente compreensível dentro de um contexto, é rapidamente inteligível em outro. Tal fato ocorre em função da alteração do conjunto de circunstâncias de um determinado momento a outro, acarretando a alteração simultânea no conjunto de regras que regulam o emprego de uma palavra e por conseqüência, a possibilidade de não compreensão destas novas regras, impedindo o indivíduo de compreender o significado atribuído à mesma palavra em uso em um novo contexto.

Lacunas. Quando algo não é imediatamente compreensível em um dado contexto, ocorre hesitação ou questionamento, o que demonstra a existência de lacunas. Podemos identificar nas lacunas, a existência de oportunidades de aprendizado, quando as vivências privadas promovem mudanças de comportamento do sujeito que compreende, sendo possível de serem percebidas por um observador externo ao sujeito e notadas pelos participantes do processo de ensino-aprendizagem como uma necessidade. Diante da lacuna, uma constante negociação de significados para se chegar a um consenso do que é imediato para as partes envolvidas pode levar à aprendizagem. O não preenchimento das lacunas ou oportunidades de aprendizado decorre de uma impossibilidade, pelas partes envolvidas, de se chegar a um consenso do que é imediatamente inteligível. Lacunas que surgem em um determinado jogo de linguagem nem sempre são preenchidas com novas relações, permanecendo enquanto tal até que sejam preenchidas em futuros encontros.

Semelhanças e Diferenças. Com base em Wittgenstein, Wickman e Östman (2002) argumentam que são as relações que tornam o imediato inteligível. Assim, não existiria um único traço comum a todas as possibilidades de jogos de linguagem e, por este motivo, os usos da linguagem são analisados em termos de relações de semelhanças e diferenças, na medida em que estes jogos “são muito mais objetos de comparação, que por semelhança e diferença, irão esclarecer os fatos da nossa linguagem” (WITTGENSTEIN, 2002, § 130, p.264). As relações de semelhança ou de diferença servem tanto para tornar o imediato inteligível, com base na construção de um consenso entre os atores do processo educativo, quanto para a construção de novos

significados a partir da construção de novas relações de semelhanças e diferenças a partir do que já é imediatamente inteligível.

Mudança Discursiva. O significado e o conhecimento são permanentemente negociados em encontros situados em um determinado contexto. Em um encontro, um significado compartilhado permite que uma atividade conjunta seja possível. Entretanto, pode também haver um aspecto singular em determinado encontro que não seja completamente congruente com o significado compartilhado, o que cria um campo de tensão onde significado novo precisa ser construído e onde a aprendizagem pode ocorrer até que a linguagem usada passe a incluir novas palavras com significados claramente entendidos pelas partes envolvidas no discurso. O aprendizado como mudança discursiva se dá assim, em encontros que ocorrem entre indivíduos e entre indivíduos e o mundo em um dado contexto social e histórico ao longo dos quais o significado de nossas ações e expressões muda em função da alteração das circunstâncias que conformam as regras que regulam o uso da linguagem.

Procedimentos metodológicos

Freitas (2002) analisa as perspectivas abertas pela abordagem sócio-histórica² para a investigação qualitativa no âmbito das ciências humanas, apoiando-se nas idéias de Vygotsky, Luria e Bakhtin. Esta autora aponta elementos que nos possibilitam efetivar algumas relações desta abordagem e da abordagem proposta neste estudo com a pesquisa qualitativa.

Argumentamos anteriormente que a mudança discursiva dos sujeitos servirá como parâmetro para entendermos o processo de construção de significados por meio da descrição das situações em que esta mudança ocorre e a partir da perspectiva destes sujeitos. Para descrever as eventuais mudanças discursivas durante o processo de aprendizagem é necessário que acompanhemos o que ocorre momento a momento no decorrer deste processo, para obter evidências que respondam pelo processo de construção de significados. Este processo se afina com a metodologia proposta por Vygotsky, na qual os fenômenos humanos, como por exemplo, o processo de aprendizagem, é estudado “em seu processo de transformação e mudança, portanto, em seu aspecto histórico” (FREITAS, 2002, p.27).

O vínculo da ação dos sujeitos (linguística ou não) com o contexto no qual ela se desenvolve é, em nossa opinião, o aspecto mais importante da abordagem sociocultural (e também pragmática) alinhado à pesquisa qualitativa. Este redefine, em certa medida, os objetivos da pesquisa, que “não se devem limitar à pura descrição de fatos singulares”, mas a “compreender como uma coisa ou acontecimento se relaciona com outras coisas e acontecimentos” (FREITAS, 2002, p.28). A partir desta orientação é que poderemos alcançar o objetivo de compreender as mudanças relacionais do discurso mediante a descrição de situações que marcarão relações de semelhança e diferença, relações entre o uso do sistema hipermídia e o diálogo da dupla, referências a aspectos representados no sistema e qualquer outra contingência que esteja configurando o jogo de linguagem e a compreensão atingida ou não.

² A abordagem sócio-histórica recebe outras nomenclaturas que designam esta vertente de pesquisa, entre elas, ‘abordagem sociocultural’.

A ênfase no contexto expressa na noção de jogo de linguagem também justifica a opção metodológica de descrever a interação discursiva de apenas uma dupla de estudantes. A orientação filosófica de Wittgenstein nos impede de padronizar a construção das relações de similaridades e diferenças, do que é imediatamente inteligível e do surgimento das lacunas não só entre diferentes duplas, mas dentro de uma dupla. A compreensão do processo de construção de novos significados é algo intimamente atrelado ao uso das palavras e conceitos que os alunos fazem durante a interação, o que nos impede de generalizá-lo de forma atemporal, aespacial e a priori da ocorrência do mesmo. Somente poderemos compreendê-lo de forma situada, ou seja, circunscrito a uma determinada situação que ocorre em um determinado momento e em um determinado local, olhando para os diferentes processos referentes à aprendizagem em Biomecânica que podem ocorrer.

Apesar de nos privar de generalizações sobre a aprendizagem de ciências, a profundidade da descrição nos permitirá compor uma síntese final que visa discutir algumas contribuições que podem ser pensadas a partir desta descrição, não só para o processo de ensino-aprendizagem em Biomecânica com uso compartilhado de um sistema hipermídia mas para a educação em ciências de um modo geral.

Tomando-se como referência a abordagem sociocultural e pragmática e o instrumento teórico apresentados anteriormente, tem-se como objetivo investigar as mudanças discursivas na interação de uma dupla de estudantes com o sistema hipermídia “Biomec” e compreender como essas mudanças se constituem em aprendizagem situada.

Contexto e participantes do estudo

Foi realizada uma parceria com o professor responsável pela disciplina de Biomecânica do curso de Graduação em Educação Física de uma universidade pública do Rio de Janeiro para a realização deste estudo. Por meio desta parceria, o professor concordou que seus alunos fossem selecionados para participar. A atividade proposta para foi considerada extracurricular, não interferindo oficialmente no desempenho final dos alunos. O convite foi feito ao término de uma das aulas ministradas na disciplina e envolveu a explicação do contexto de pesquisa, assim como dos objetivos que norteavam a realização do estudo. Posteriormente, realizou-se um novo encontro para conversar com os voluntários interessados sobre a dinâmica a qual eles seriam submetidos e, para aplicar o termo de consentimento livre e esclarecido. Dentre os voluntários, foi escolhida uma dupla de alunas, apenas pela conveniência de horários e dias disponíveis para participarem da atividade.

Desenho da pesquisa

A atividade consistiu na exploração do sistema hipermídia “Biomec” pela dupla, por um período máximo de 40 minutos. Antes do início, as ferramentas disponíveis no sistema foram apresentadas pelo pesquisador, sem contudo incorrer em explicações sobre o conteúdo do sistema. Foi pedido às estudantes que se concentrassem nos conceitos disponíveis no índice “conceitos físicos” e nas situações disponibilizadas no índice “aplicações biomecânicas”, procurando estabelecer relações entre eles. Foi

também informado a elas que a navegação deveria ser conduzida pela dupla e que para tal, elas deveriam chegar a um consenso sobre os passos a serem dados. Além da navegação compartilhada, recomendou-se que as alunas deveriam buscar o consenso quando uma das alunas não entendesse algo, procurando explicitar suas dúvidas ou dificuldades para a outra, que deveria tentar ajudá-la.

Sistema Hipermídia “Biomec”

O sistema hipermídia “Biomec” foi criado com o objetivo de integrar conteúdos de mecânica, biomecânica e de anatomia humana e de proporcionar aos alunos a visualização de conceitos em demonstrações dinâmicas mediadas por animações, vídeos e simulações. Os estudantes podem acessar o conteúdo do sistema usando índices ou palavras-chave, percorrendo assim, uma navegação hipertextual, característica do sistema hipermídia. Entretanto, por meio do botão “discussão”, disponível na maior parte das páginas, é possível acessar uma sequência linear de duas ou mais páginas sobre um mesmo conceito. Este botão aparece quando o usuário aciona a animação de uma página, possibilitando ao mesmo, através da navegação linear e guiada, acessar páginas subsequentes sobre o mesmo conceito, que apresentam outras opções de simulação e/ou visualização.

O conteúdo do índice “conceitos físicos” contempla os conceitos de vetores, força, momento de uma força, velocidade angular e momento de inércia. O índice “aplicações biomecânicas” disponibiliza os conceitos de contração muscular, locomoção, flexão de cotovelo, levantamento de carga e saque, enquanto o índice “aplicações anatômicas” contempla os músculos ísquios tibiais, glúteo máximo, bíceps braquial e deltóide.

A navegação hipertextual aliada à possibilidade de manipulação de variáveis nas animações e simulações permite ao usuário construir sua própria experiência de aprendizagem de acordo com suas habilidades, necessidades e interesses.

Coleta de dados

Foi montado um sistema de captura de áudio e vídeo para registrar a interação da dupla com o sistema hipermídia com base no sistema de captura sincronizada de vídeo, proposto por Góis e Giordan (2008). O uso deste sistema foi considerado adequado por nos possibilitar a captura sincronizada do que ocorre na tela do computador durante a interação juntamente às ações e conversas dos alunos.

Para dar conta do registro de tela, utilizou-se o programa Camtasia Studio™, que funciona como uma câmera interna ao computador, realizando a captura de todas as ações realizadas com o mouse ou teclado. Para registrar as ações verbais e não-verbais dos alunos diante da tela foi utilizada uma webcam conectada ao computador. Como resultado da gravação sincronizada pelas câmeras, obteve-se um único arquivo audiovisual.

Descrição dos dados

De posse do arquivo mencionado na seção anterior, a descrição da interação da dupla de alunas entre si e com o sistema foi segmentada de acordo com os encontros identificados e jogos de linguagem correspondentes. Nos jogos de linguagem podem constar ações discursivas verbais entre as alunas ou ações não verbais, como por exemplo, as ações de interação com o sistema.

Os encontros foram representados com letras que identificam o tipo de situação que configura o pano de fundo do jogo de linguagem desenvolvido pela dupla: a letra A simboliza a presença da aluna A; a letra B simboliza a presença da aluna B; a letra S simboliza a presença do sistema.

Descrevemos a interação da dupla com o sistema hiperfísica, com base na fundamentação teórica e no instrumento teórico (WICKMAN e ÖSTMAN, 2002) apresentados, incluindo: (a) as lacunas explicitadas na interação dos estudantes, examinando quais destas são ou não preenchidas com relações conceituais; (b) as relações em termos de similaridades e diferenças que os estudantes constroem no decorrer de suas ações e discussão; (c) os efeitos dos encontros dos indivíduos com o sistema hiperfísica sobre a discussão e ação destes indivíduos e como o sistema foi usado para avançar no processo de construção de significados e mudanças discursivas.

Descrição da interação da dupla com o sistema hiperfísica

Nesta seção, é apresentada a descrição da interação da dupla de alunas com o sistema hiperfísica “Biomec”. Em cada encontro, indicamos: a(s) página(s) do sistema que serviram de referência para a interação; a transcrição integral do discurso construído por elas; e a descrição do discurso e das ações baseada no instrumento teórico apresentado anteriormente.

A interação se estendeu por todo o tempo disponível (40 min.), em uma sucessão de encontros e jogos de linguagem. Devido ao limite de espaço, optamos por apresentar, neste trabalho, os dois jogos de linguagem iniciais: o primeiro, sobre o conceito de velocidade angular, no qual a dupla constrói relações conceituais e o segundo, sobre momento de inércia, que é marcado por lacunas não preenchidas por relações conceituais. A Tabela 1 apresenta uma síntese dos encontros e desses dois jogos de linguagem desenvolvidos pela dupla, incluindo as relações de semelhanças e diferenças, as lacunas notadas explicitamente pelas alunas e as relações construídas. As seções seguintes apresentam a descrição dos jogos de linguagem.

Encontro	Jogo de linguagem	Relações e Lacunas
A-S	Velocidade Angular	Lacuna (1): Animação da opção $R1 > R$ vs Animação opção $R2 < R$
A-B-S		Relação de Diferença (1): Raio x Velocidade - animações
A-B-S		Relação de Diferença (2): Comportamento relógio – animações
A-B-S		Relação de Diferença (3): velocidade linear – animações
B-S		Relação de Similaridade (4): Distância percorrida – animações

B-S		Relação Conceitual (5): Distância e Tempo dependentes do raio
B-S	Momento de Inércia	Lacuna (1): Momento de Inércia = Inércia ?
B-S		Lacuna (2): Momento de Inércia?
A-B-S		Lacuna (3): Mais concentrado em relação ao quê?
A-B-S		Relação de Similaridade (1): Discos - eixos.
A-S		Relação de Diferença: (2) Distribuição de massa – discos

Tabela 1: Encontros e jogos de linguagem desenvolvidos pela dupla

Jogo de linguagem sobre velocidade angular

Este jogo de linguagem se desenvolveu ao longo da interação das alunas com as páginas 1 e 2 de “velocidade angular” (Figuras 1 e 2). A página 1 foi acessada pelo índice “conceitos Físicos” e a página 2 por meio do botão “discussão”, disponível na página 1, após a conclusão da animação. Na página 2, após a escolha entre os raios R1 e R2 para a roda representada, o sistema simulará o movimento da roda com o raio selecionado, mostrando o tempo que a roda leva para percorrer a distância entre S1 e S2. As alunas alternaram o comando do mouse durante a navegação.

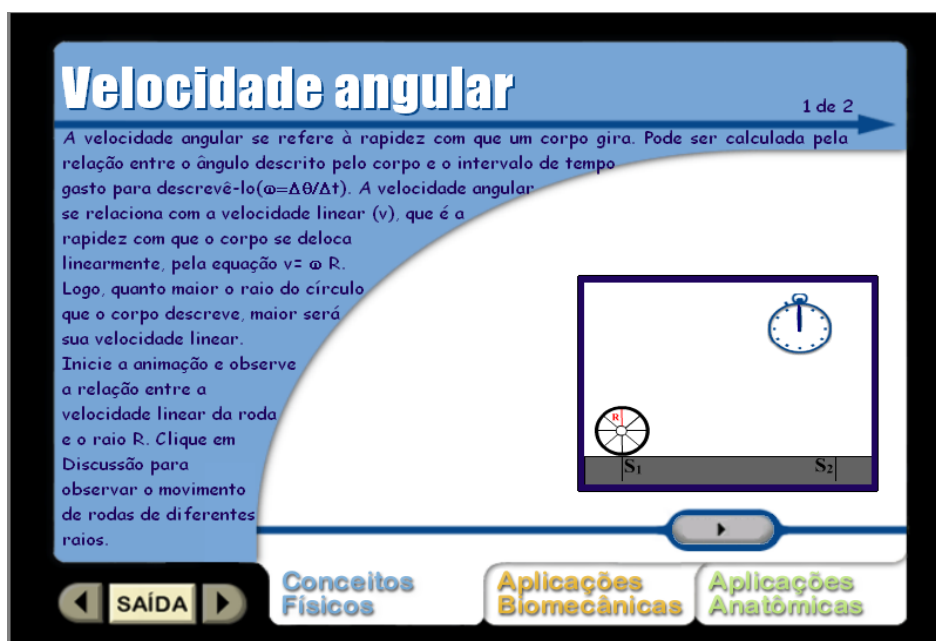


Figura 1. Página “Velocidade Angular” (1 de 2).



Figura 2. Página “Velocidade Angular” (2 de 2).

Linha

- 1 A e B: (Lendo a página 1 de velocidade angular)
- 2 A: Aquilo que a gente estudou... “Quanto maior o raio....”
- 3 B: Aham...
- 4 A: “maior será a velocidade” (utilizando o cursor para apontar para amiga onde estava escrita esta passagem)
- 5 A e B: (Lendo a página)
- 6 A: Acabou?
- 7 B: Não, ainda não... (volta a olhar para a tela)
- 8 B: Acabei!
- 9 A: Vamos pra lá.... fica piscando (referindo-se ao ícone do cursor)
- 10 A: (Inicia a animação)
- 11 B: Clicar em quê? Em discussão, né?
- 12 A: é...
- 13 B: “para observar rodas de diferentes raios”... vê aí...
- 14 A: (Clica sobre o botão “discussão”)
- 15 A: (Seleciona a opção $R_1 > R$ na página 2 de velocidade angular)
- 16 B: Apertar raio 1
- 17 A: (Inicia a animação)
- 18 B: Aperta o outro (referindo-se à segunda opção onde $R_2 < R$)
- 19 A: (Inicia a animação)
- 20 A: Não entendi...
- 21 B: Tipo assim... o que que você falou... “quanto maior..
- 22 A e B: raio...
- 23 A: “maior a velocidade linear...”
- 24 A: Tipo a velocidade linear de uma foi até aqui só...
- 25 B: Não, olha só... vamos voltar lá...(clica com o mouse para voltar para a página 1)
- 26 B: Ele disse aqui ó... “quanto maior o raio do círculo que o corpo descreve maior será a sua velocidade linear..” (apontando com o mouse para amiga este trecho do texto da página 1 de velocidade angular)
- 27 B: A velocidade com que ele desloca (fazendo o movimento de deslocamento com a mão)
- 28 A: é...

- 29 B: como se fosse isso... aí... (passa o mouse sobre o botão “seguir” não disponível... sobre “conceitos físicos”)... esse aqui... ai que nervoso isso (referindo-se ao ícone do mouse piscando)...
- 30 B: (Inicia a animação)... tá vendo... aqui o raio é maior...
- 31 A: é...
- 32 A: Mas lá o raio é menor... deixa eu ver de novo...Discussão
- 33 A: (Clica sobre o botão de discussão)
- 34 B: é diretamente proporcional...
- 35 A: ó... (novamente diante da página 2 de velocidade angular)
- 36 A e B: se o raio...
- 37 B: é maior...
- 38 A: (Clica sobre a segunda opção R2<R)
- 39 A: O raio aqui é menor..
- 40 B: A velocidade linear vai ser maior...
- 41 A: O raio aqui é menor ...(inicia a animação referente a opção 2)
- 42 B: A velocidade foi menor...
- 43 A: Ah é... aqui (referindo-se ao relógio que marcava o tempo de deslocamento da roda)
- 44 B: Levou mais tempo...
- 45 A: Aqui é o tempo, né? (referindo-se com o mouse ao relógio que marcava o tempo de deslocamento da roda)
- 46 B: Levou mais tempo pra ele fazer...
- 47 A: entendi..
- 48 B: no mesmo... na mesma distância...
- 49 A: pra ele fazer o mesmo percurso
- 50 A: Aqui o raio é maior... (selecionando a opção R1>R)
- 51 A: Rapidinho ela fez (referindo-se a velocidade linear aumentada quanto o R1>R)... (Inicia a animação)
- 52 A: é
- 53 B: Exatamente isso...
- 54 A: oh..(lendo o texto da página 1 de 2)
- 55 B: é isso mesmo...
- 56 A: é...
- 57 B: distância e tempo (apontando para a tela do computador)
- 58 A: é
- 59 B: depende do raio, óbvio!
- 60 B: (Clica sobre o índice “Conceitos Físicos”)... 2 de 2 (referindo-se ao número da tela sobre velocidade angular)

Inicialmente, em um encontro A-S, a aluna A manifesta uma experiência anterior relativa ao conteúdo do sistema hipermídia (linhas 2 a 4), provavelmente proveniente do contexto institucional, pois se refere a uma situação em que ambas estudaram juntas. Da linha 1 a 19, é possível inferir que tudo o que foi mostrado no sistema e lido por elas foi imediatamente inteligível para ambas, pois não houve a manifestação de comportamentos de hesitação ou questionamentos. A leitura explícita do texto do sistema (linha 13) direciona a navegação delas para página 2 (por meio do botão “discussão”), além de orientá-las sobre o que elas devem observar.

Na linha 20, a aluna A manifesta um comportamento de hesitação após ter acionado as animações referentes à opção em que o R1>R e que R2<R, demonstrando a existência de uma lacuna (lacuna 1), quando afirma que não entendeu. Olhando para o discurso sobre o pano de fundo do contexto situacional imediato, podemos dizer que a lacuna 1 decorreu da comparação visual das duas animações e da não compreensão da diferença entre elas.

Na tentativa de construir relações que pudessem lidar com a lacuna notada, a aluna B tenta utilizar o texto do sistema lido pela aluna A “quanto maior o raio, maior a velocidade linear” (linhas 21 a 24). Mesmo tendo se utilizado da fala da aluna A, este recurso não foi suficiente para que estabelecessem um consenso sobre a relação. Assim, a aluna B pede que A retorne à página anterior para buscar outro elemento do sistema (linha 25) que pudesse servir como esquema público de referência sobre o qual elas pudessem conversar, tentando tornar o imediato, inteligível para ambas.

De volta à página 1, a aluna B refaz a leitura do texto apontado anteriormente pela aluna A (linha 26), demonstrando o intuito de encontrar um ponto comum para evoluir no diálogo e na construção de significados. Em seguida, as duas alunas conseguem estabelecer um consenso sobre o que vem a ser velocidade linear (linhas 27 e 28). De posse deste consenso, a aluna B reinicia a animação da página 1 (linha 30), afirmando que o “raio é maior” em comparação ao raio da roda da animação referente à opção $R_2 < R$, da página 2. Em contrapartida, a aluna A chama a atenção para o fato de que o raio da roda da animação referente à opção $R_2 < R$ da página 2 é menor que o raio da roda da animação presente na página 1 (linha 32).

No entanto, o que observamos no trecho entre as linhas 30 e 34, é que, apesar de tentarem chegar a um consenso, as alunas não explicitam um ponto de partida comum presente naquelas circunstâncias que pudesse levar a um consenso, tornando inteligível o que se encontrava de imediato na situação.

Nas linhas 37, 40 e 42, a aluna B consegue adotar a animação referente à opção $R_2 < R$, presente na página 2 sobre “velocidade angular”, exposta por A, como esquema público de referência. Como resultado desta ajuda mútua, A chama a atenção para o relógio, presente nas animações, que é o que permite as alunas, neste contexto, entender a diferença entre as animações. Assim, em um encontro A-B-S, com base na relação de diferença (relação 1) do comportamento do relógio nas duas animações, a aluna B tornou a relação “quanto menor o raio, menor a velocidade” (relação 2) inteligível para ambas as alunas, na medida em que A percebeu o comportamento do relógio, compreendendo a regra que possibilitou a aluna B construir a relação 2 (linhas 42 a 47).

Ainda com base na comparação entre o comportamento do relógio na animação da página 1 e na animação correspondente à opção $R_2 < R$ da página 2, B pôde tornar a relação de diferença de comportamento entre velocidade da roda e tempo (relação 3), inteligível para ambas as alunas. Podemos afirmar que a aluna A entendeu, não somente porque disse “entendi”, mas porque manifestou a compreensão da regra dentro das circunstâncias sobre as quais esta regulava o uso desta relação, ou seja, o comportamento do relógio nas duas animações. Em seguida, ainda em função da relação 1, em um encontro B-S, B tornou inteligível a relação de similaridade (relação 4) da distância percorrida entre as duas animações (linhas 48 e 49). E da mesma maneira, por realizar uma aplicação correta da relação dentro das circunstâncias sob as quais a aluna B construiu a relação, podemos dizer que a relação 4 também se tornou inteligível para a aluna A.

Em função das relações 2, 3 e 4 construídas a partir da relação 1, que naquele contexto, já se apresentavam imediatamente inteligíveis, podemos afirmar que a lacuna 1 foi preenchida.

Ao final deste jogo de linguagem (linhas 57 a 59), podemos dizer que a aluna B construiu uma relação nova (relação conceitual 5) com base nas quatro relações anteriores, que são agora, imediatamente inteligíveis. Apesar dessa relação (“distância e tempo dependem do raio”) poder ter sido formada diretamente a partir da leitura do texto, é interessante notar que ao enunciá-la, a aluna B não hesita mais. Pelo contrário, diz que é “óbvio”, o que nos leva a afirmar que a relação tornou-se imediatamente inteligível para a aluna B em função de toda a interação.

Jogo de linguagem sobre momento de inércia

Este jogo de linguagem se desenvolveu na passagem da dupla pela página “momento de inércia”, acessada por meio do índice “conceitos físicos”. As alunas alternaram o comando do *mouse* durante a navegação. A página que serve de referência para o discurso da dupla é apresentada na Figura 3.

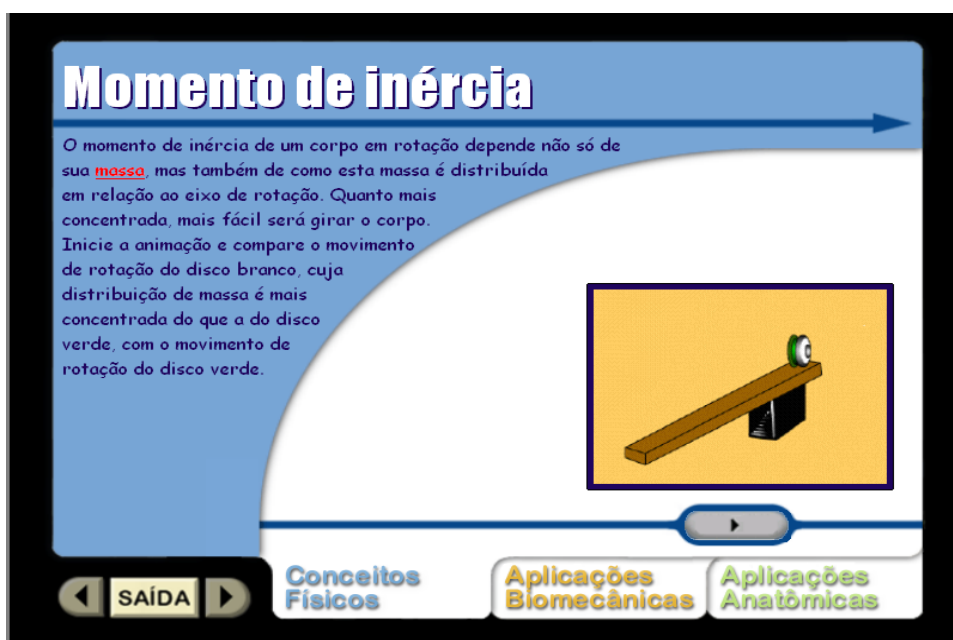


Figura 3. Página “Momento de Inércia”.

Linha

- 61 B: Momento de Inércia... (lendo o conteúdo do índice “Conceitos físicos”)
 62 B: Momento de inércia... (clica 2 vezes sobre o conceito “momento de inércia”)...é como se fosse a mesma coisa do que inércia, né?
 63 A: é... acho que é
 64 A e B: (sussuram algo que não dá para entender, já na página “Momento de inércia”)
 65 A e B: (Lendo a página)
 66 A: é aquele... lembra aquele negócio que o professor falou de que.. seeee... éééé... seeee... não, não é isso não, é o momento da força.
 67 B: “Quanto mais concentrada, mais fácil será de girar o corpo”
 68 B: Nunca entendi momento de inércia...

- 69 A e B: risos
- 70 B: Não... inércia éééééééé...
- 71 A: capacidade que um corpo tem de manter o seu estado de movimento
- 72 B: isso... e o momento de inércia.... (enquanto A está lendo o texto)
- 73 A: Acho que é o momento que ele... não sei... vamos ver aqui
- 74 A: (Clica sobre a animação)
- 75 B: “Quanto mais concentrada, mais fácil será girar o corpo”
- 76 B: (Clica sobre a animação)
- 77 B: Do mais concentrado ele diz o quê?
- 78 A: O branco é mais concentrado... tá falando...
- 79 B: Então ohh (algo ininteligível) o mais concentrado é o que...
- 80 A: Mas como assim o mais concentrado?
- 81 B: Maior massa?
- 82 A: Acho que não.
- 83 B: não.. pode ter maior massa, mas pode estar distribuída, né?
- 84 A: Acho que é a melhor distribuição..
- 85 B: Mas aqui ó... “mas também de como esta massa é distribuída” ...
- 86 A: “.. em relação ao eixo de rotação”
- 87 B: Ahhhhhh.... entendi
- 88 A: Deve ser o...
- 89 B: é em relação ao eixo de rotação
- 90 A: o eixo é o meio dele (referindo-se ao disco da animação)
- 91 B: Vai de novo...
- 92 A: (Clica para iniciar a animação)
- 93 B: Ta vendo...
- 94 A: Alá, o eixo é aqui (apontando com o cursor para o disco branco)
- 95 B: Esse aqui...é tipo como se este corpo tivesse mais estabilidade (apontando para a tela)...
- 96 A: é...
- 97 A: tipo..o verde...ele é todo...acho que o verde... ele é totalmente uniforme e o outro não... o branco ele tem...
- 98 B: o outro ele tá...
- 99 A: ta mais concentrado no...não sei
- 100 B: tipo como se ele estivesse mais estabilizado
- 101 A: é
- 102 A e B: (Olhando para a tela)...
- 103 B: Será que é isso?
- 104 A: Acho que é cara... porque o verde ele é totalmente uniforme..ele é totalmente verde...
- 105 B: (Inicia a animação)
- 106 A: a massa está distribuída uniforme o outro não.
- 107 B: “Inicie a animação e compare o movimento de rotação do disco branco, cuja distribuição de massa é mais concentrada do que a do disco verde com o movimento de rotação do disco verde”
- 108 B: (Passa o mouse sobre o botão seguir, que está desativado)...não tem discussão?
- 109 A: não..Vamo pra outro!
- 110 B: (Clica duas vezes sobre o botão seguir)... acabou? (continua clicando sobre o botão seguir)
- 111 A: Acabou.
- 112 B: (Clica duas vezes sobre o botão seguir)...(clica sobre o índice Conceitos Físicos)

O diálogo entre as alunas começa com um questionamento de B sobre a relação entre momento de inércia e inércia (linha 62), acompanhado de uma hesitação de A (linha 63), demonstrando a existência de uma lacuna (lacuna 1) sobre a relação entre momento de inércia e inércia. Após lerem o texto da página, a aluna A traz a voz do professor do contexto institucional (linha 66) para tentar estabelecer uma conexão

entre o contexto situacional imediato e suas experiências anteriores, mas lembra que o professor se referiu ao momento de força e não momento de inércia.

Em seguida, a aluna B assume o texto explicativo do sistema como esquema público de referência para refletir sobre o assunto, explicitando após a leitura, que nunca entendeu momento de inércia (linha 68), o que também evidencia a existência de uma lacuna

(lacuna 2) sobre o que é momento de inércia.

A aluna B tenta recuperar a idéia inicial de que haveria uma relação de similaridade entre momento de inércia e inércia (linhas 70-73), porém em um encontro A-B, ambas não conseguem dizer o que é momento de inércia a partir da definição de inércia. Diante da dificuldade de construir uma relação no diálogo, elas se voltam para o sistema, constituindo um novo encontro A-B-S, para tentar entender o conceito. No entanto, enquanto a aluna A se utiliza da animação como esquema público de referência, a aluna B faz uso do texto do sistema (linhas 74 e 75).

Em seguida, a aluna B passa a se utilizar da animação para dialogar com a colega (linha 76), mas, neste novo encontro A-B-S, surge um questionamento por parte de A (linha 80), notando-se então uma nova lacuna (lacuna 3) que versa sobre a concentração da massa. Desta forma, constituem um novo encontro A-B (linhas 81-84) para tentar construir uma relação que preencha a lacuna 3. E novamente, diante da dificuldade, remetem-se ao texto explicativo do sistema, voltando a um encontro A-B-S, na qual o texto serve de esquema público de referência e onde a aluna B parece ter compreendido, porque afirmou que entendeu (linha 87) a partir da leitura do texto. Entretanto, podemos observar que, ao longo do restante da interação, a aluna B não manifesta nenhuma relação que dê conta de preencher a lacuna 3, levando-nos a afirmar que esta lacuna não foi preenchida por parte de nenhuma das duas alunas.

Apesar de usarem também a animação como esquema público de referência (linha 90-94) para tornar o imediato, ou seja, a relação de similaridade entre os discos e o posicionamento dos seus respectivos eixos (relação 1), inteligível, o material parece ter sido insuficiente para atender à construção de significados.

Em um encontro A-B, (linhas 95-104), tanto a aluna A quanto a aluna B se remetem a outros contextos, que não o situacional imediato, para continuar o diálogo, onde a aluna B começa a falar sobre estabilidade dos discos. Sem entrar no mérito se a aplicação sobre estabilidade realizada pela aluna B foi correta ou não, ela não se constitui em uma aplicação adequada, pois foi feita independentemente do contexto em que ela se encontra e nas circunstâncias sob as quais estas afirmativas sobre estabilidade foram realizadas. Já a aluna A, busca uma palavra de outro contexto, mas que está em consonância com o contexto situacional imediato, o que a ajuda a construir uma relação de diferença entre distribuição de massa entre os discos (relação 2), demonstrando como a aplicação da palavra “uniforme” em outro contexto expandiu o significado atrelado à expressão “distribuição de massa”. Agora, esta expressão pode ser utilizada como sinônimo de “uniforme” ou “não uniforme” no jogo de linguagem que se desenvolve entre as alunas. Nota-se como as experiências anteriores auxiliaram na construção da relação 2.

A leitura do texto do sistema pela aluna B (linha 107) e os vários questionamentos feitos por ela ao longo da interação demonstram seu interesse em compreender o

conceito. No entanto, diante da dificuldade de construir relações adequadas para lidar com as lacunas notadas ao longo da interação, a aluna B ainda tenta acessar a discussão clicando sobre o botão “seguir” (linha 108), mas verifica que não há essa possibilidade nesta página, o que é confirmado pela aluna A (linhas 109 a 111).

Percebe-se como as duas relações construídas pelas alunas não foram satisfatórias para que elas pudessem preencher as lacunas que emergiram. A relação 1 permitiu que elas identificassem o eixo de rotação dos discos e que pudessem então, por comparação, verificar a diferença de distribuição de massa entre eles, o que acabou ocorrendo quando a aluna A explicitou a relação 2, afirmando que “a massa está distribuída uniforme e o outro não”. Contudo, por mais que a aluna B tivesse explicitado a fala do texto “quanto mais concentrada, mais fácil será girar o corpo” (linhas 67 e 75), as alunas não conseguiram construir uma relação entre a concentração de massa e o movimento de rotação dos discos.

Discussão dos resultados

Na descrição dos encontros e jogos de linguagem, percebemos que a mediação, seja do outro, seja do sistema hipermídia ou mesmo de textos e experiências que foram trazidas de outros contextos, exerceu um papel fundamental para que as lacunas pudessem ser notadas, para o estabelecimento do consenso e para o surgimento das relações de semelhanças e diferenças construídas.

Não foi possível estabelecer uma hierarquia entre as diferentes possibilidades de mediação, na medida em que não houve padrões de comportamento definidos que correspondessem a diferentes tipos de discurso e pudessem ser associados às possibilidades de mediação. Em alguns momentos, identificamos a insuficiência do sistema hipermídia já revelada por outros estudos (AZEVEDO et al., 2008) e em outros, quando as alunas buscaram a continuidade da mediação do sistema, ficou clara a insuficiência da interação entre elas.

A mediação do sistema se fez presente nos momentos em que as relações de similaridades e diferenças foram construídas, na medida em que provia as animações e simulações que, por comparação, possibilitavam às alunas construir tais relações.

A mediação da linguagem se fez presente em situações em que a dupla tentava preencher as lacunas notadas. Em grande parte das tentativas, a mediação da colega auxiliou na resolução e preenchimento das lacunas, quando uma delas tomava o controle da navegação a ser percorrida e o sistema provia o conteúdo que ela se utilizava para auxiliar a colega na resolução de suas dúvidas e questionamentos.

Os resultados trazem outros elementos que permitem discutir mais especificamente a mediação do sistema hipermídia. Uma das questões que se coloca a estes materiais é em que medida a navegação hipertextual contribui para a aprendizagem por atender aos interesses e necessidades conceituais dos alunos (REZENDE E SOUZA BARROS, 2008). No presente estudo, apesar de ter sido proposta uma atividade com o sistema, de caráter predominantemente exploratório, tivemos a surpresa de observar que as alunas acessaram as páginas estritamente pelo índice, sem usar palavras-chave e trataram a interação com cada página como uma atividade isolada. A preferência pela

navegação linear e o uso de índices ao invés de palavras-chave pode estar relacionada ao fato do usuário possuir conhecimento prévio sobre o tema explorado no sistema (REZENDE E SOUZA BARROS, 2008). Outra hipótese poderia repousar no próprio contexto sociocultural em que o estudo foi realizado. É possível que as alunas tenham entendido que a interação linearmente organizada com todo o conteúdo do sistema fosse a forma de navegação esperada pelo pesquisador.

Um segundo ponto refere-se ao papel das animações no processo de construção de novos significados. Na introdução, apontamos autores (MEDEIROS e MEDEIROS, 2002; GIORDAN, 2005) que advogam em favor do uso de animações e simulações como uma solução para a dificuldade de abstração, nos levando a crer que as animações poderiam desempenhar um papel significativo no processo de ensino-aprendizagem de ciências. Tal expectativa foi confirmada pelos resultados obtidos. As animações possibilitaram que relações de similaridades e diferenças pudessem ser construídas ao longo da atividade proposta, permitindo às alunas evoluírem no processo de aprendizagem.

Podemos dizer que as animações funcionaram, para a dupla, como o que Wittgenstein chama de esquema público de referência. A visualização dos movimentos se apresentou como uma referência comum sobre a qual as alunas puderam discutir aspectos do movimento e da influência das variáveis ou grandezas físicas sobre o mesmo, possibilitando a elas, buscar um consenso sobre o que era inteligível para ambas.

Mais do que os textos, as animações foram usadas como esquemas públicos de referência aos quais as alunas se referiram durante o discurso para construir novas relações e preencher possíveis lacunas, exercendo um papel essencial na constituição do discurso que se desenvolvia, uma vez que introduziam as peças do jogo de linguagem que se modificava durante a atividade. Com base na comparação, elas aos poucos, estabeleceram relações de similaridades e diferenças entre as animações, o que as auxiliou a entender diferentes movimentos em função das diferentes relações que estabeleceram entre as variáveis em um determinado momento.

Como exemplo, destacamos a animação do relógio, no jogo de linguagem sobre velocidade angular. Pudemos observar que depois que a aluna A notou a presença do relógio, elas conseguiram evoluir muito rápido no processo de construção de novos significados. Neste caso, o relógio funcionou como um esquema público de referência que permitiu a elas, por comparação, construir quatro relações de similaridades ou diferenças e uma relação conceitual.

O jogo de linguagem sobre momento de inércia é um contra-exemplo. Apesar do sistema, através do texto explicativo, incentivar a comparação entre o comportamento dos discos para a construção de relações que pudessem auxiliar as alunas acerca da compreensão do conceito, acreditamos que a representação gráfica dos discos não tenha deixado clara a concentração da massa em torno do eixo de rotação do disco branco, impedindo as alunas de compreenderem a regra que governava o comportamento dos discos.

Considerações Finais

Uma conclusão do estudo, coerente com a perspectiva sociocultural, é apontar a necessidade da ocorrência de algum tipo de mediação – do sistema hipermídia ou do outro – para que o processo de construção de novos significados possa evoluir. Muitas relações de similaridades e diferenças puderam ser construídas mediadas pelo sistema ou pela linguagem, mesmo sem a presença de um professor. Foi na ausência de alguma possibilidade de mediação que o processo acabou sendo interrompido.

O estudo também dá suporte para defendermos que as situações de movimento de objetos (ou de corpos humanos, estendendo o resultado ao caso específico da biomecânica) propostas para o ensino-aprendizagem de ciências sejam, na medida do possível, animadas. Animações de movimentos podem funcionar como situações imediatamente inteligíveis por todos os indivíduos envolvidos no processo de aprendizagem que possam fazer o papel de esquemas públicos de referência para a interação social do grupo.

Situações animadas similares podem servir como estes esquemas para o ensino de conceitos de mecânica (ou de biomecânica) para que, por comparação, todos possam visualizar os aspectos relevantes e estabelecer diferentes relações e consenso sobre os conceitos envolvidos. Valorizar as relações comparativas de semelhanças e diferenças, mesmo que não esgotem o significado dos conceitos, é facilitar a entrada destes indivíduos em um mundo epistemologicamente e ontologicamente diferente do deles e promover uma atitude positiva dos mesmos em relação ao conhecimento científico. Tal atitude pode levar os alunos a construir um grande número de relações elementares entre a linguagem científica e o mundo, sem que violemos a experiência pessoal de cada um. De posse de tais relações é que poderíamos evoluir no processo de construção de novos significados em direção à maior complexidade que cerca os conceitos científicos.

Se aceitamos a premissa de que o mundo da ciência é epistemologicamente diferente do mundo cotidiano dos alunos e que a aprendizagem sob a perspectiva sociocultural é concebida como uma enculturação na subcomunidade da ciência, o estudo dos recursos discursivos ou não usados por estes alunos para construir significados assim como as maneiras significativas de usá-los em um determinado contexto pode nos ajudar a encontrar um ponto de partida comum entre o mundo cotidiano e o mundo da ciência no que se refere à construção do conhecimento, que posteriormente, tomam diferentes caminhos em função das diferentes regras que norteiam as atividades dentro de seus respectivos grupos sociais.

Referências

- AMARAL, E. M. R; MORTIMER, E. F. Proposta Metodológica para análise da dinâmica discursiva em sala de aula. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Atas...**, 2005.
- AZEVEDO, R; MOOS, D. C; GREENE, J. A; WINTERS, F. I; CROMLEY, J. G. Why is externally-facilitated regulated learning more effective than self-regulated learning

with hypermedia? **Education Technology Research and Development**, n. 56, p. 45-72, 2008.

DEPRÁ, P; BRENZIKOFER, R. **Desenvolvimento de um laboratório básico para o ensino de Biomecânica**. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Biomecânica, Maio, Florianópolis, p. 333-338, 1999.

DEWEY, J. **Experiência e Educação**. São Paulo, SP: Coleção Cultura, Sociedade, Educação, 1971.

DUARTE, M; REZENDE, F. Construção discursiva na interação colaborativa de estudantes com um sistema hipermídia de Biomecânica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n. 2, p. 399-419, 2008. GIORDAN, M. O Computador na Educação em Ciências: Breve revisão crítica acerca de algumas formas de utilização. **Ciência e Educação**, v. 11, n. 2, p. 279-304, 2005.

GOIS, J; GIORDAN, M. **Captura sincronizada de vídeo no ensino de ciências**. Disponível em: <http://www.lapeq.fe.usp.br/pesquisas/educ.php> Acesso em: 08/07/2008.

HINTIKKA, M. B; HINTIKKA, J. **Uma Investigação sobre Wittgenstein**; tradução Enid Abreu Dobranszky. Campinas, São Paulo: Papyrus, 1994.

LEMKE, J. L. Articulating Communities: Sociocultural Perspectives on Science Education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 38, n. 3, p. 296-316, 2001.

MEDEIROS, A.J.G.; MEDEIROS, C.F. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24(2), 2002.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

REZENDE, F.; GARCIA, M. A. C; COLA, C. S. D. 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. 239-259, 2006.

REZENDE, F.; SOUZA BARROS, S. de. Students' navigation patterns in the interaction with a Mechanics hypermedia program. **Computers & Education**, v. 50, p. 1370-1382, 2008.

VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Michael Cole et al.(Orgs); tradução José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

WERTSCH, J.V. **La mente en acción**. Argentina: Aique Grupo Editor S.A., 1999.

WICKMAN, P-O; ÖSTMAN, L. Learning as Discourse Change: A Sociocultural Mechanism. **Science Education**, v. 86, pp. 601-623, 2002.

WICKMAN, P-O. The practical epistemologies of the classroom: a study of laboratory work. **Science Education**, v. 87, pp. 1-20, 2003.

WITTGENSTEIN, L. **Tratado Lógico-Filosófico Investigações Filosóficas**. Tradução M. S. Lourenço. 3 ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2002.

Recebido em junho de 2009, aceito em maio de 2011.