



Níveis de engajamento em uma atividade prática de Física com aquisição automática de dados

Engagement level in a Physics' practical activity with automatic data acquisition.

Adelson Fernandes Moreira

CEFET-MG / Mestrado em Educação Tecnológica /
Coordenação de Ciências
adelson@deii.cefetmg.br

Ivan Pontelo

CEFET-MG / Mestrado em Educação Tecnológica
ipontelo@gmail.com

Resumo

O objetivo desta investigação é analisar fatores que se destacam no desenvolvimento de um projeto de Iniciação Científica Júnior, envolvendo a utilização de sistemas automáticos de aquisição e tratamento de dados. No diálogo com a Teoria da Atividade, a compreensão do conceito de engajamento como uma totalidade que abarca três dimensões inter-relacionadas - comportamental, emocional e cognitiva - é reforçada. A fragmentação, por razões metodológicas, é evitada, propondo-se dois níveis de engajamento, no plano das ações e operações e no plano da atividade, nos quais estariam sempre presentes as três dimensões. Um dos professores orientadores do projeto exerceu o papel de observador participante. Foram realizadas entrevistas com os estudantes e produzidos relatórios e diários de bordo. A complexidade do sistema de aquisição de dados envolvendo o sensor de posição implicou que ele deixasse de ser um artefato mediador da atividade para se constituir como objeto da mesma. Isso resultou em repercussões significativas no grau de autonomia dada aos estudantes, em suas compreensões e posicionamentos quanto ao objeto da atividade e às ações propostas e, conseqüentemente, nos diferentes níveis de engajamento observados.

Palavras-chave: Laboratório baseado em microcomputador; níveis de engajamento; teoria da atividade.

Abstract

The goal of this investigation is to analyze the relevant factors in a Junior Scientific Initiation activity involving automatic systems of data acquisition and treatment. Based upon Activity Theory, the concept of engagement as a unit that integrates three interrelated dimensions – behavioral, emotive and cognitive – is reinforced. Fragmentation, for methodological reasons, is avoided in a design that involved two engagement levels: in the operation and action layer and in the activity layer. One of the teachers, who supervised the activity, accomplished the role of participant observer. Interviews, students' reports and diaries, and a research diary provided the data to be analyzed. The complexity of the data acquisition system resulted in the transformation of the role of this system from mediating artifact to activity object, with important consequences to the degree of students' autonomy and to their understanding and attitudes about the activity's object and previewed actions, which had resulted in different engagement's levels.

Key words: Microcomputer based lab; engagement's level; activity theory.

Introdução

Com o advento do computador e sua disseminação nos meios educativos, criou-se a possibilidade de serem utilizados sensores de aquisição de dados acoplados a um sistema de tratamento dos mesmos na realização de experimentos. Os sistemas automáticos de aquisição e tratamento de dados (SAATD) foram então incorporados ao leque de possíveis ferramentas para a organização e o desenvolvimento de atividades práticas de Física.

Há indicadores de uma utilização crescente de atividades práticas nas aulas de Física no Brasil (ARAÚJO; ABIB, 2003), entendendo atividades práticas não apenas como experimentos de bancada (BORGES, 2002; HODSON, 1988; TAMIR, 1990). Há também um crescimento relativo do número de trabalhos sobre o uso de SAATD no Ensino de Física, desde 1999, embora seja ainda pequena a produção nessa área (ARAÚJO; ABIB, 2003). Além do pequeno número de investigações sobre a utilização de SAATD, essas se encontram ainda distantes do trabalho nas escolas (ARAÚJO; VEIT, 2004).

O uso de SAATD pode ser de grande valia para a realização de uma atividade prática, encontrando-se na literatura diferentes motivos para sua utilização. Esses sistemas reduzem o tempo gasto na coleta de dados, facilitando sua repetição e aumentam a quantidade de dados obtidos e analisados. Isso faculta aos estudantes a dedicação de mais tempo à formulação do problema da atividade e à discussão dos resultados obtidos, assim como ao desenvolvimento de certas habilidades como utilizar alguns programas de computador. Outras vantagens apontadas por trabalhos sobre SAATD são aproximar o estudo da física à realidade estudada e oportunizar um controle maior da atividade prática pelos estudantes (BORGES, 2002; CAVALCANTE et al., 1999; CAVALCANTE; TAVOLARO, 2000; GOMES et al., 1999; HAAG et al., 2005; SIAS; RIBEIRO-TEIXEIRA, 2006; SOKOLOFF et al., 2007).

São apresentados neste artigo os resultados parciais de uma investigação cujo objetivo específico foi o de analisar a utilização de SAATD em um ambiente de aprendizagem, verificar a concretização das possibilidades apontadas na literatura, assim como apontar e discutir fatores que dificultam a criação de oportunidades de aprendizagem no desenrolar das atividades investigadas. A investigação teve como objetivo geral contribuir para a promoção da inserção dessa tecnologia no ambiente escolar, assim como o aprofundamento do debate sobre essa temática.

Dois estudantes do Programa de Bolsas de Iniciação Científica Júnior¹ (BIC-Jr.), implementado em um Centro Federal de Educação Tecnológica, foram acompanhados ao longo dos cinco primeiros meses de desenvolvimento do projeto. Os resultados obtidos dialogam com as seguintes questões: que fatores se destacaram no desenvolvimento das ações dos bolsistas com o SAATD de posição, tendo como referência a Teoria da Atividade, de Leontiev? Que relação pode ser estabelecida entre o motivo da atividade e os níveis de engajamento apresentados pelos estudantes?

A aplicação da Teoria da Atividade implicou em discutir o engajamento dos estudantes com base no sentido que estes atribuíram às ações do projeto, na relação desse sentido com o motivo dos estudantes em participarem da atividade. A aproximação ou distanciamento entre o significado da atividade e o sentido atribuído pelos estudantes para suas ações e a relação desses fatores com o objeto da atividade se constituíram em aspectos fundamentais na tentativa de descrever e compreender sua evolução.

Teoria da Atividade

Com relação à análise dos processos psicológicos, Leontiev (1981) aponta a necessidade de superar a relação direta entre estímulo e resposta. Para isso, ele propõe a categoria 'atividade com objetos'. A atividade humana é o processo de mediação na relação sujeito-objeto, compreendida como uma unidade dialética. A relação entre estímulo e resposta está mediada pela atividade do sujeito e as relações nessa tríade são constituídas pelas suas condições, objetivos e meios.

A atividade humana tem como característica principal seu caráter objetal. Uma atividade sem objeto é, na verdade, uma atividade que tem um objeto oculto e cabe à investigação científica determiná-lo (LEONTIEV, 1981). O objeto da atividade aparece de duas formas: em sua própria existência, independente de qualquer outra coisa, e transformando a atividade do sujeito; e como imagem, criada pelo sujeito a partir de sua atividade, como reflexão psíquica das propriedades do objeto. O sujeito interage com o objeto através da atividade. Porém, o objeto modifica a atividade do ser humano e este cria então uma imagem psíquica, que contém as características percebidas na interação. O sujeito então passa a interagir com o objeto a partir dessa imagem.

A “necessidade” é uma condição interna para que ocorra a atividade humana (LEONTIEV, 1981). Toda atividade tem uma necessidade que a constitui, ou seja, é preciso uma razão, um motivo para que a atividade aconteça. Portanto, toda atividade está intrinsecamente

¹ Programa financiado pela FAPEMIG, em moldes semelhantes à Iniciação Científica, porém destinado a estudantes do Ensino Médio. Tem, portanto, como principal objetivo iniciar estudantes desse nível de ensino em atividades de pesquisa.

ligada a um motivo. O motivo se liga estreitamente ao objeto da atividade. A atividade objetiva é definida, então, pela necessidade que a constituiu.

A atividade objetiva é realizada por meio de ações. A ação é um processo subordinado a um objetivo consciente. Toda ação tem um objetivo a alcançar, assim como toda atividade tem uma necessidade a satisfazer. Portanto, a necessidade cria a atividade, que acontece através de ações, sendo que cada ação tem seu objetivo próprio. As ações de uma atividade são estimuladas pelo motivo da mesma, mas estão dirigidas aos seus objetivos próprios (LEONTIEV, 1981).

Quando o sujeito tem consciência do motivo gerador da atividade, pode-se dizer que tal motivo torna-se um objetivo geral de onde podem ser tirados os objetivos parciais que levarão às ações a serem executadas. Portanto, pode-se pensar que uma atividade tem um objetivo geral que motiva as ações, que serão realizadas com o propósito de serem alcançados os respectivos objetivos parciais.

Uma ação pode ser realizada de diversas maneiras. A essas maneiras é dado o nome de operações. Portanto, para alcançar um determinado objetivo, o sujeito realizará uma ação através de um conjunto de operações. Assim como as ações se relacionam com seus objetivos, as operações são relacionadas às condições de realização dessa ação (LEONTIEV, 1981; OLIVEIRA, 1997). É importante perceber que o objetivo de cada ação não está diretamente ligado ao motivo da atividade. O motivo aparece no âmbito da coordenação de ações e do resultado que produzem conjuntamente.

O sujeito busca, na situação em que se encontra, todos os pré-requisitos para que a atividade aconteça. A situação objetiva é constituída pelas condições de realização da atividade, pelos objetivos das ações dessa atividade, pelo motivo da mesma e, finalmente, pelo seu objeto. Em certas situações, para a consciência do sujeito, o motivo pode se apresentar abstraído da situação objetiva, mas suas ações não podem se abstrair do objetivo. Ele pode não ter consciência da necessidade que o leva a realizar determinada ação, mas é necessário que ele seja consciente do objetivo da mesma (LEONTIEV, 1981).

Os níveis da estrutura da atividade humana (atividade, ações e operações) não devem ser estudados em separado. É preciso levar em conta as relações internas que os caracterizam e também as relações entre eles, que podem trazer transformações surgidas no desenvolvimento da atividade.

A atividade humana está inserida no sistema de relações da sociedade. O sujeito realiza atividades em um processo contínuo de interação com o meio social. A atividade objetiva está estreitamente ligada aos papéis vividos em sociedade, pois tal atividade é o que consolidará o sujeito no meio social em que está inserido. Nas palavras de Leontiev, “a sociedade produz a atividade que forma seus indivíduos” (LEONTIEV, 1981, p. 67).

Leontiev (1978) destaca a importância de se diferenciar significado objetivo de significado para o sujeito, que ele nomeia como sentido pessoal (personal sense). O significado objetivo é aquele produzido pela sociedade, com uma história no desenvolvimento da linguagem e das formas de consciência social. O significado expressa o processo de produção do conhecimento humano e de seus recursos cognitivos, assim como da representação ideológica da sociedade. A existência objetiva do significado situa-se nessas formas de expressão que o tornam subordinado a leis sócio-históricas e também à lógica interna de seu desenvolvimento. É algo, portanto, que, produzido coletivamente, dentro de uma cultura, tem uma existência independente do sujeito.

O significado de uma atividade se expressa no conteúdo, na articulação das ações que as constituem e nos objetivos explícitos dessas ações. Ao participar de uma atividade, o indivíduo realiza ações, consciente de seus objetivos e, portanto, se apropria de alguma forma do seu significado. Entretanto, o sentido que o indivíduo atribui às ações, ao seu conteúdo e objetivo, está relacionado ao motivo que o leva a participar de uma atividade, e o motivo envolve expectativas pessoais, o papel a que se atribui o indivíduo nesse processo, o que ele realmente espera obter com o resultado da atividade e as determinações das relações sociais do sistema de atividade no qual se insere.

Para destacar a natureza coletiva e social da atividade humana, Engeström (1987) propõe analisar a relação sujeito-objeto com base em outras dimensões, além da construção e utilização de ferramentas e signos proposta por Vygotsky (1984). São elas a emergência de tradições, rituais e regras próprias da vida em comunidade e a divisão do trabalho, que já se fez presente em tempos remotos como uma estratégia coletiva de sobrevivência. As transições implicadas nessas dimensões, dentro de uma perspectiva filogenética, expressam a transformação de uma atividade adaptativa para uma atividade produtiva, cujo processo envolve trocas, distribuição e consumo do que foi produzido. Todos esses elementos estão expressos no diagrama da figura 1, que acentua a natureza coletiva dos sistemas de atividade humanos, sua formação sistêmica em constante movimento e imbricada no processo de produção que, em uma sociedade complexa, deve ser compreendido para além da produção material.

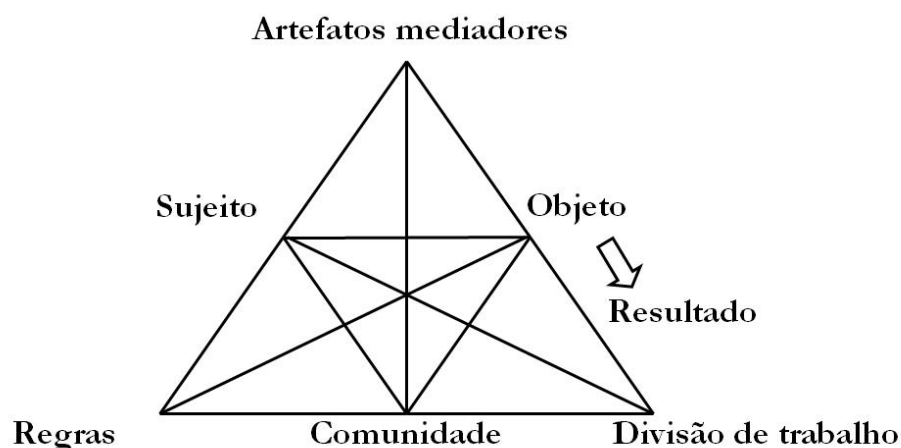


Fig. 1: Diagrama do sistema de atividade (ENGESTRÖM, 1987).

Os elementos do diagrama expressam diferentes mediações e salientam que indivíduos são constituídos em 'comunidades'. As relações entre sujeito, objeto e comunidade são mediadas pelo conjunto de 'artefatos mediadores' desse grupo. Além desses artefatos mediadores, é preciso considerar ainda as 'regras', isto é, normas e sanções que especificam e regulam procedimentos considerados corretos e aceitáveis na interação entre os participantes da comunidade na qual o sujeito se insere. As comunidades se caracterizam também por uma necessária 'divisão de trabalho', concretizada em uma contínua e negociada distribuição de tarefas, poderes e responsabilidades entre os participantes do sistema de atividade (COLE; ENGESTRÖM, 1997).

Dentro de uma perspectiva marxista, à qual se filia a Teoria da Atividade, o objeto do pensamento não pode ser compreendido fora do objeto da atividade prática. A compreensão de que o sujeito e o objeto formam uma unidade dialética, constituindo a

síntese do potencial de mudança de um sistema de atividade conferem ao diagrama de Engeström um caráter dinâmico. Outro aspecto que contribui para essa natureza dinâmica é o papel desempenhado pelas contradições internas à atividade. Tais contradições são centrais ao raciocínio dialético e direcionam a mudança. O diagrama do sistema de atividade proposto por Engeström captura, portanto, a estrutura da atividade, mas uma estrutura inerentemente dinâmica sujeita a mudanças contínuas em suas partes, em suas relações e em seu conjunto (ROTH, 2004).

As ações do sujeito provocam mudanças em todo o sistema de atividade, que não conduz apenas à produção de objetos, mas também à produção e reprodução do indivíduo, como ser, confirmando certa prática cultural ou se contrapondo a ela (ROTH, 2004). Os elementos destacados no diagrama da figura 1 podem contribuir para melhor descrever e analisar a tensão permanente entre conformação e mudança, que existe, por exemplo, na escola.

Engajamento

O engajamento do sujeito pode ser caracterizado a partir de três dimensões: comportamental, emocional e cognitivo. A dimensão comportamental envolve a participação e o envolvimento em uma atividade, especialmente no domínio de seu fazer. A dimensão emocional se relaciona às reações afetivas e emocionais diante da atividade e dos diferentes elementos que a constituem e dela participam. A dimensão cognitiva expressa investimento psicológico no sentido da compreensão do que se faz em determinada atividade, especialmente dos conceitos nela envolvidos. Expressa também ações de metacognição e de autorregulação da aprendizagem. Um estudante engajado cognitivamente vai além do mínimo solicitado, não faz a atividade por obrigação, é movido pelo desejo de aprender e desenvolve estratégias de controle da própria aprendizagem (FREDRICKS et al., 2004; FARIA, 2008).

Faria (2008) discute essas dimensões de engajamento com base em diversos trabalhos, especialmente o de Fredericks, Blumenfeld e Paris (2004). Com base nesses autores, destaca que o conceito de engajamento deve ser compreendido na inter-relação das dimensões comportamental, emocional e cognitiva. De forma semelhante a outros trabalhos citados por Fredericks, Blumenfeld e Paris, Faria desenvolve uma investigação em que essas dimensões são tomadas de forma separada, expressas em diferentes tipos de engajamento, caracterizados de modo distinto e postos em relação com questões, tais como: é possível a ocorrência de engajamento comportamental sem engajamento cognitivo? Em que condições os diferentes tipos de engajamento se implicam mutuamente? Como o desempenho escolar se relaciona aos diferentes tipos de engajamento? Dentre as respostas apresentadas, a aprendizagem conceitual decorre especialmente do engajamento cognitivo. Ainda que o engajamento comportamental seja uma condição necessária para que ela aconteça, esse não é suficiente para garantir a aprendizagem conceitual buscada por meio de certa atividade.

Uma parcela significativa dos dados da investigação relatada neste artigo se relaciona aos níveis de engajamento apresentados pelos estudantes. O conceito de motivo e a estrutura de uma atividade, propostos por Leontiev (1981), criam uma alternativa para a discussão do conceito de engajamento. Nela, a compreensão do conceito de engajamento como uma totalidade que abarca as três dimensões inter-relacionadas - comportamental, emocional e

cognitiva - é reforçada. A fragmentação, por razões metodológicas, é evitada, propondo-se dois níveis de engajamento, nos quais estariam sempre presentes as três dimensões. O engajamento dos estudantes será discutido no plano das ações e operações (nível operacional) e no plano da atividade (nível compreensivo), sendo esse último relacionado ao motivo da atividade e seu objeto. O engajamento compreensivo implica atitudes de autorregulação das ações desenvolvidas, estratégias metacognitivas, abertura para superar os obstáculos na realização da atividade, investimento na aprendizagem, na construção da autonomia e na relação com o objeto da atividade, buscando-se alcançar os resultados desejados.

Metodologia

Para a realização desta investigação, constituiu-se uma equipe de quatro componentes: dois estudantes bolsistas de Iniciação Científica Júnior e dois professores pesquisadores. Essa equipe se reuniu regularmente para planejar e avaliar as ações do projeto de iniciação científica Jr. Um dos professores pesquisadores (professor 1) orientou sistematicamente os estudantes. O outro (professor 2) o fez apenas de forma eventual.

Adotaram-se como técnicas de levantamento de dados a observação participante, a realização de entrevistas com os bolsistas e o estudo de seus diários de bordo e relatórios. A unidade de análise foi o sistema de atividade constituído no desenvolvimento do projeto. Trata-se de um estudo de caso de tipo etnográfico, devendo-se levar em conta que certos requisitos da etnografia não foram cumpridos, como uma longa permanência do pesquisador em campo, o contato com outras culturas e o uso de amplas categorias sociais de análise de dados (ANDRÉ, 1999). O adjetivo participante, que qualifica a observação, expressa a interação necessária com a situação de pesquisa e a influência recíproca entre situação e observador. O professor 1, que realizou a observação participante, produziu um detalhado diário de bordo, discutido sistematicamente com o professor 2. Essa reflexão conjunta teve o papel de realimentar a orientação dos estudantes, fazer uma primeira problematização dos dados de pesquisa proporcionados pelo diário de bordo, e referenciar o roteiro das entrevistas realizadas com os estudantes.

As entrevistas foram realizadas de forma que parecesse mais uma conversa que um esquema de pergunta e resposta, visando quebrar o formalismo e deixar os estudantes mais à vontade para expressar suas visões. Foram realizadas três entrevistas, com a participação simultânea dos dois estudantes, sendo a primeira logo na abertura dos trabalhos. Essa teve como objetivo principal acessar as concepções dos estudantes com relação ao trabalho em laboratório. Foi organizada uma lista de afirmações sobre esse ambiente, abordando aspectos como o papel do erro e da teoria, funções dos participantes de uma atividade de laboratório e concepções sobre metodologia científica. Os estudantes analisaram essas afirmações, concordando ou discordando, e comentando as que julgassem relevantes.

A segunda entrevista ocorreu após a apresentação dos primeiros resultados, depois de dois meses e meio de desenvolvimento do projeto, em um evento bianual do Centro Federal aberto à participação de toda a comunidade escolar, no qual são apresentados trabalhos de pesquisa em diferentes níveis e modalidades, desde o Ensino Médio e Profissional até o Ensino Superior. Nessa entrevista, o objetivo principal foi observar quais aspectos os estudantes consideravam ter aprendido no processo e quais aspectos eles demonstravam ter se desenvolvido desde a primeira entrevista.

A terceira entrevista ocorreu no encerramento dos trabalhos no ano de 2007, ao se completar cinco meses de trabalho. O projeto seria retomado em janeiro do ano seguinte. Nessa entrevista procuraram-se criar situações nas quais os estudantes: contassem a história do trabalho; falassem sobre os objetos da atividade; e analisassem novamente a lista de afirmações sobre o laboratório, buscando identificar semelhanças, diferenças e complementações em comparação com a primeira entrevista.

A análise dos diários de bordo e dos relatórios produzidos pelos estudantes teve como objetivo trabalhar com uma terceira fonte de dados que pudesse revelar as suas visões, valores e os significados atribuídos ao processo vivido ao longo do desenvolvimento do projeto. Os dados obtidos com essas três fontes, uma vez contrastados, permitiram a produção de convergências, contrapontos e visões complementares sobre a situação investigada.

Estrutura e histórico do sistema de atividade

Os estudantes bolsistas de Iniciação Científica Junior foram selecionados mediante análise de histórico escolar e entrevista. Candidataram-se ao projeto em meio a uma diversidade de opções por outros projetos oferecidos por professores de diferentes Coordenações de Cursos Técnicos e de Áreas do Ensino Geral. Um dos bolsistas cursava a primeira série do Ensino Médio de uma escola da Rede Estadual de Ensino. O outro cursava a primeira série do Ensino Médio Profissional do Centro Federal de Educação Tecnológica.

A entrevista foi realizada por um terceiro professor que, juntamente com os professores 1 e 2, iniciaram o projeto com os alunos. Por razões de horário e disponibilidade, esse terceiro professor deixou de participar do projeto logo no seu início. A entrevista procurou avaliar o nível de interesse dos estudantes e sua disponibilidade. A seleção procurou abrir oportunidades para alunos do Centro Federal e também da Rede Estadual. Embora apenas um dos professores tenha ficado responsável pela entrevista, os critérios foram compartilhados por todos os três professores participantes do projeto que, ao final, deliberaram juntos sobre a seleção dos candidatos, com base nas impressões daquele que realizou as entrevistas de seleção.

Os estudantes se candidataram ao referido projeto conhecendo previamente os seus objetivos e o plano de trabalho. Portanto, objetivos e plano de trabalho estavam pré-definidos e o fato de se candidatar para aquele projeto significava, em princípio, conhecimento e disposição em desenvolvê-los. O plano de trabalho, entretanto, era um ponto de partida para se organizar o trabalho, havendo no processo flexibilidade para sua modificação. Os objetivos propostos eram: elaborar e executar atividades experimentais utilizando aquisição automática de dados; sistematizar o conhecimento produzido de modo que ele possa ser compartilhado com estudantes e professores; propor um domínio de aplicação para a aquisição automática de dados.

O plano trazia como primeira ação dos estudantes explorar os SAATD com o objetivo de familiarização com esses sistemas. Para realizá-la, foi sugerido investigar a queda vertical de corpos com o sensor de posição, fenômeno considerado pelos professores como simples e não problemático.

Analisando o processo de realização da primeira ação prevista através do diagrama do sistema de atividade (fig. 1), foram constituídos dois sistemas, sendo que, em cada um, um dos estudantes ocupou o lugar de sujeito (fig. 2). Essas atividades foram analisadas

separadamente, tendo como foco de análise a unidade dialética sujeito-objeto (ROTH, 2004).

Nos sistemas de atividade de cada estudante (fig. 2), a comunidade foi constituída pelo outro estudante, pelos professores pesquisadores e por dois professores que cooperaram com o projeto como orientadores eventuais em alguns momentos específicos do trabalho. Na divisão de trabalho, foram consideradas as tarefas designadas a cada participante da atividade, segundo os objetivos e o plano de ação do projeto, agenda semanal de ações e formas de acompanhamento. A forma de acompanhamento conferia aos estudantes, inicialmente, um alto grau de autonomia.

Depois de uma análise inicial dos dados coletados pelos estudantes, verificou-se a não conformidade dos resultados obtidos com os esperados. Isso determinou a orientação de que os estudantes investigassem as possibilidades de erro, as possíveis causas do resultado não esperado. Uma série de ensaios com o sensor foi realizada com o objetivo de obter medidas que fossem interpretáveis a partir de movimentos cujos valores de aceleração ou velocidade pudessem ser antecipados: movimento em plano inclinado; movimento em plano horizontal; queda vertical de corpos com diferentes diâmetros. Todos esses ensaios foram desenvolvidos pelos estudantes com grande autonomia quanto aos procedimentos de montagem dos experimentos, realização e interpretação das medidas, que continuaram gerando resultados fora do esperado.

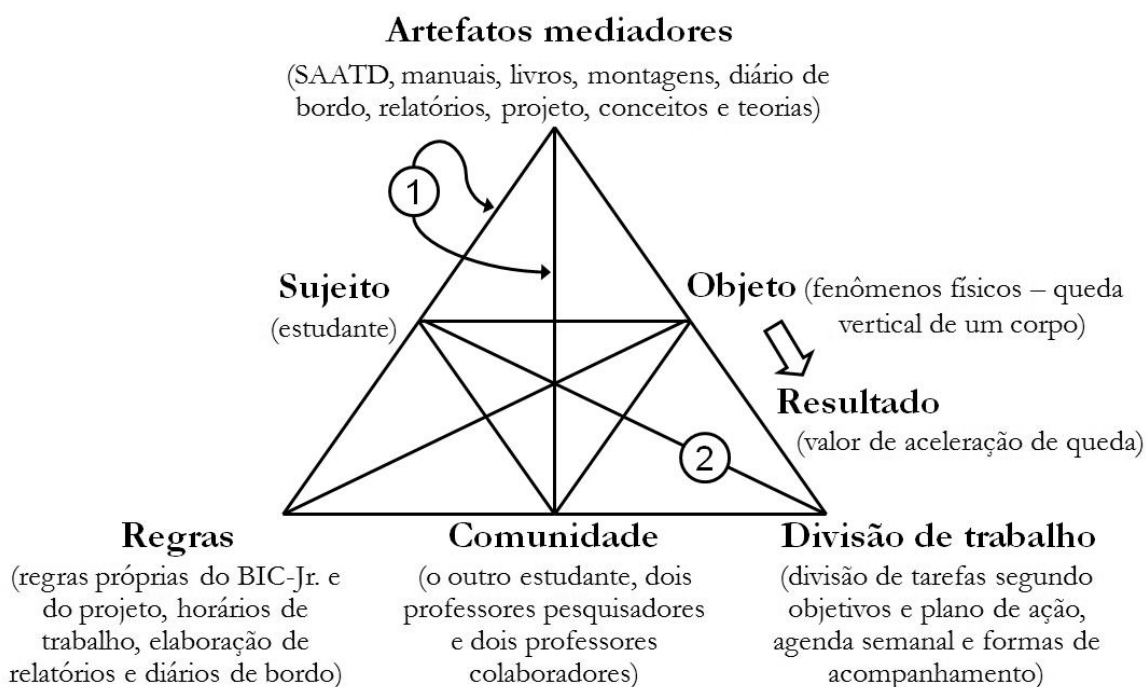


Fig. 2: Diagrama do sistema de atividade aplicado à atividade durante a realização da primeira ação. A contradição 1 expressa a dificuldade dos estudantes e dos professores orientadores em compreender as condições de funcionamento do sensor de posição. Já a contradição 2 está relacionada à construção da autonomia e formas de acompanhamento no processo de divisão de trabalho.

Foram identificadas no sistema da atividade duas contradições, como destacado na figura 2. A contradição 1 se constituiu entre a comunidade, o sujeito e os artefatos mediadores, pois nem o sujeito nem a comunidade conheciam as condições de operação do sensor de posição, utilizado nessa primeira ação de familiarização e, como ele não apresentou os

resultados esperados, essa falta de conhecimento sobre o sensor se tornou problemática. Os estudantes não demonstraram engajamento compreensivo (no plano da atividade), realizando apenas o papel de executores de ações e operações (engajamento operacional).

A segunda contradição foi uma das consequências da primeira, pois, como os estudantes não se identificaram com o processo e não apresentaram engajamento compreensivo, o grau de autonomia dado a eles se mostrou inadequado, visto que ficaram perdidos em alguns momentos, ou seja, a forma de acompanhamento estava em contradição com o sujeito no sistema da atividade.

A complexidade das condições de operação envolvendo o SAATD de posição fez com que o objeto da atividade fosse alterado. Da investigação de movimentos, passou-se à investigação das condições de uso do sensor de posição, concretizada, por exemplo, na realização de diferentes ensaios em que se mediu a distância do sensor a anteparos fixos, comparando a incerteza indicada pelo fabricante com os resultados obtidos. Isso gerou mudanças na estrutura do sistema de atividade (fig. 3), pois o SAATD, antes ferramenta de mediação, passou a ser objeto da atividade, na tentativa de sanar a contradição 1, que deixou de existir.

A execução do plano de trabalho era discutida semanalmente, em reuniões entre o professor 1 e os estudantes. Os estudantes tiveram opção de partir para o desenvolvimento de experimentos com outros sensores, em vez de manter o trabalho com o sensor de posição. No entanto, concordaram com a mudança na estrutura do sistema transformando a ferramenta de mediação em objeto de estudo. Porém, tal encaminhamento não pareceu ter gerado modificações nas condições e relações dentro do sistema de atividade que resultassem em um engajamento compreensivo por parte dos estudantes. A contradição 2 continuou existindo após as modificações, pois a forma como a autonomia foi compreendida e construída dentro das formas de acompanhamento continuou sendo contraditória com o nível de engajamento apresentado pelos estudantes.

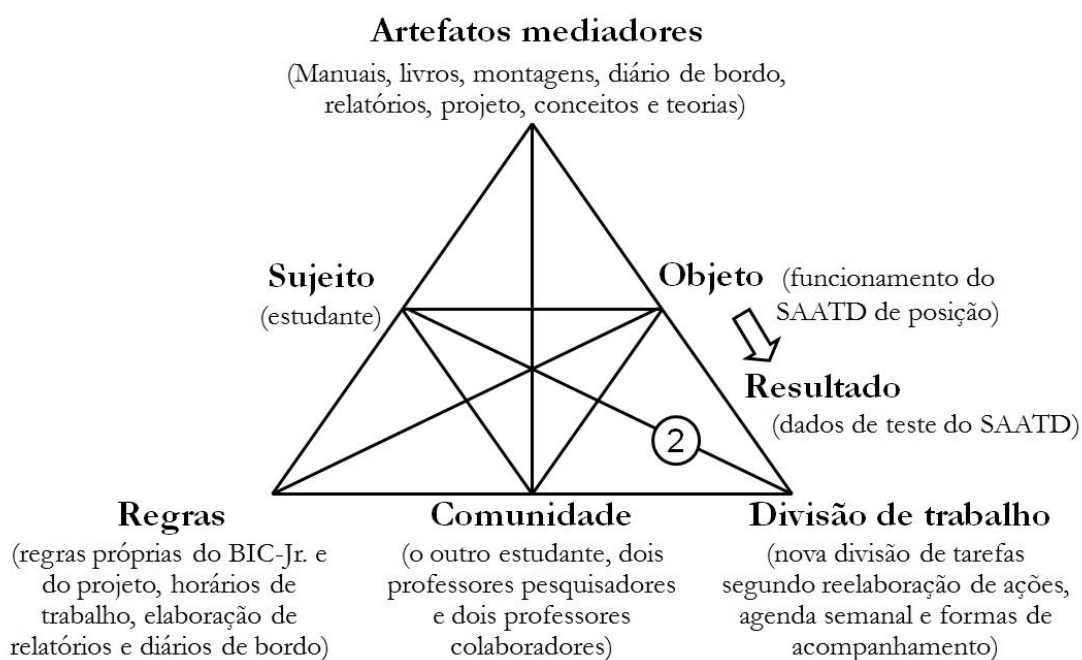


Fig. 3: Diagrama do sistema de atividade aplicado à nova atividade. A contradição 2 continuou existindo, mesmo depois das modificações na atividade.

Resultados

Para a apresentação e análise das entrevistas, foram utilizados nomes fictícios para os estudantes, André (A) e Bia (B). Nas transcrições, P se refere ao professor 1. Serão apresentados os dados da segunda e terceira entrevistas, recuperando, quando necessário, aspectos da primeira.

2ª entrevista

Os estudantes haviam elaborado um relatório de toda a atividade até o momento, três meses após o início do trabalho. Foi feita então uma reunião para discutir esse relatório e tentar ter acesso a algumas de suas concepções, como a visão que eles tinham sobre o erro e o que eles consideravam ter desenvolvido e aprendido durante o processo. Nesse dia, Bia teve problemas pessoais que a levaram a participar muito pouco da entrevista.

1 – Visão positiva de André sobre a escolha de permanecer com o sensor de posição.

Depois de discutir o relatório com os estudantes, o professor 1 perguntou o que eles pensavam sobre a escolha de ter insistido na investigação com o sensor de posição ao invés de começar o trabalho com os outros sensores. André disse ter sido uma boa escolha, pois poderia não ter sido tão interessante ficar estudando fenômenos com os sensores funcionando. Ele considerou valioso o estudo de um sensor que a princípio não respondeu como o esperado. Porém, ele disse que não foi divertido.

André demonstrou identificação com as escolhas feitas no decorrer do processo. Ele considerou que o caminho seguido foi o mais interessante. Ao mesmo tempo, deu sinais de que identificar-se com as escolhas não é suficiente para garantir satisfação no desenvolvimento do trabalho, ao dizer que não foi divertido.

2 – Silêncio dos estudantes sobre o aprendizado no processo.

O professor 1 perguntou aos estudantes o que eles consideravam ter aprendido durante o processo vivido. Não havendo resposta, o professor 1 deu um exemplo de seu próprio aprendizado sobre o uso do computador na análise de dados, esperando que isso ajudasse os estudantes a pensar no que aprenderam, mas eles continuaram sem reação. O professor 1 decidiu então passar para outro tópico da entrevista.

O silêncio dos estudantes pode ser interpretado como indicador de ausência de engajamento compreensivo, pois eles não manifestaram nenhuma reação apontando que pensavam ter aprendido qualquer coisa durante o trabalho, mesmo que não soubessem citar qualquer exemplo de aprendizado no momento. Essa postura e a afirmação de André de que não foi divertido insistir nas medidas com o sensor de posição foram interpretadas como uma evidência de um sentimento por parte dos estudantes de frustração e de ausência de progresso ao longo do processo.

3 – Falta de engajamento compreensivo de Bia.

Bia relatou que o professor 2 tentara trabalhar com ela o conceito de linearização de um gráfico de distância por tempo, referente a um movimento uniformemente acelerado. Embora não tivesse entendido a explicação do professor 2, dissera que havia entendido para que ele não insistisse na explicação.

Essa fala de Bia sugere a princípio uma falta de interesse em compreender os conceitos envolvidos na atividade e, conseqüentemente, em compreender também as operações que estavam sendo realizadas. Em vários outros momentos do trabalho, explicitados pela estudante nas entrevistas, Bia deixou de perguntar as dúvidas, reforçando a interpretação de que ela não se engajou no nível compreensivo.

3ª entrevista:

No dia dessa entrevista aconteceram imprevistos que dificultaram a realização do encontro. Os dois estudantes atrasaram por razões pessoais. André disse que ficou estudando para uma prova até tarde da noite anterior e não conseguiu acordar a tempo. Bia quis levar presentes aos professores do projeto e foi comprá-los, o que causou um grande atraso. Desconhecendo esses aspectos, o professor 2 reprovou o atraso, chamando os estudantes à responsabilidade, o que deixou Bia muito desapontada. A atitude do professor 2 pareceu afetar menos a conduta de André. A decisão dos professores foi de manter o planejamento para o encontro e realizar a entrevista antes mesmo de discutir os imprevistos que geraram os atrasos e as conseqüências dos mesmos.

4 – Interesses iniciais dos estudantes no projeto.

Bia disse que ficou sabendo do programa de BIC-Jr., por acaso. Procurou mais informações sobre o programa e se inscreveu em dois projetos, sem que isso significasse interesse efetivo pelos trabalhos. Afirmou ter dado preferência a outro projeto, mas foi encaminhada para o projeto com sensores. As razões desse encaminhamento devem-se ao fato de que nem todos os projetos são abertos à participação de estudantes da rede estadual.

André disse ter entrado no projeto porque quis aproveitar as oportunidades que o Centro Federal proporciona aos estudantes e ele considerava o programa de BIC-Jr. uma dessas oportunidades. Deu preferência ao projeto de sensores porque era relacionado à área de mecânica (seu curso técnico) e porque gostava muito de Física.

Bia, ao contrário de André, demonstrou não ter nenhum interesse inicial na proposta de trabalho que o projeto trazia. Esse pode ter sido um fator relevante para as diferenças de engajamento apresentadas pelos estudantes.

5 – Primeiro contato dos estudantes com os sensores.

No primeiro encontro com os estudantes, no início do desenvolvimento do projeto, o professor 1 apresentou os sensores com os quais eles iriam trabalhar. Esse fato foi relatado da seguinte forma:

1. *B – A gente viu os sensores. Pra mim aquilo lá era um / inútil! Imagina.*
2. *P – Era lixo?*
3. *B – Era! Eu lembro que eu imaginei assim: um trem cheio de buraquinho lá vai fazer alguma coisa / ai ai ai [desdenhando o sensor de posição]. O outro era pesado [referindo-se ao sensor de pressão]. O mais idiota que eu achei foi o de posição. Como que ele ia medir a posição de alguma coisa?*
4. *A – O pior que eu achei até hoje é o de Força.*

5. *P – É o de Força.*
6. *B – Também! Trem mais idiota! Nossa.*
7. *A – Idiota...*

Os sensores não atraíram a curiosidade ou o interesse de Bia. Ela, inicialmente, considerou os sensores como sendo de pouco valor. André atribuiu e continuou atribuindo até o momento da entrevista pouco valor ao sensor de Força. Há anotações no diário de bordo do professor 1 que confirmam essa avaliação dos bolsistas.

6 – Medidas sistemáticas são idiotas ou chatas.

Bia se lembrou de que a primeira ação com os sensores foi de fazer algumas medidas para explorar o software de interface. Uma dessas medidas era a de queda de alguns objetos com o sensor de posição. Ela disse que essas medidas eram meio idiotas, porque eles ficavam medindo um objeto caindo toda hora. André reforçou, dizendo que coisas sistemáticas são chatas de medir.

A ação inicial de familiarização com os sensores e as operações para realizar essa ação não suscitaram nos estudantes engajamento compreensivo. Eles se engajaram em executar a ação e suas operações, mas se mantiveram nesse nível de engajamento operacional.

7 – Bia não entendia as operações realizadas na atividade.

Bia disse que não entendia as primeiras contas feitas por André com os dados coletados. O professor 1 perguntou se o fato de não entender os cálculos a incomodava de alguma forma e ela respondeu que não. Ela pensava apenas que os cálculos deviam estar certos.

No início do projeto, as medidas do movimento de corpos em queda vertical eram realizadas com o propósito de determinar a aceleração de tal movimento. Para tanto, os estudantes coletavam dados de posição em função do tempo e desenvolviam os procedimentos matemáticos para determinar a aceleração. André conseguia executar esses procedimentos, enquanto Bia não entendia o que ele estava calculando. Porém, ela não se importava em não entender, apenas aceitando os cálculos de André e acreditando que eles estavam certos. Isso foi expresso em outras situações, na entrevista e no diário de bordo de Bia, como, por exemplo, na determinação da inclinação do gráfico linearizado de distância percorrida em função do quadrado do tempo.

8 – Bia gostou de medir a distância do sensor até o chão.

Bia disse que as medidas da distância até o chão eram mais legais que as outras feitas até então porque ela entendia o que estava sendo feito.

Essa fala de Bia vem reforçar seu baixo engajamento no nível da atividade. Porém, a mudança de avaliação que ela fazia da atividade a partir de quando ela começou a entender as operações mostra certo crescimento no nível de envolvimento da estudante. A princípio, a razão para esse crescimento foi ela compreender melhor o processo, o que pode tê-la levado a atribuir um sentido pessoal à atividade, aproximando-se de seu significado.

9 – Pensamento dos estudantes sobre a interrupção do projeto.

O projeto teve que ser suspenso por alguns dias por problemas com o computador. André disse que isso não foi ruim, pois ele aproveitou o tempo extra para estudar para provas e Bia disse que aproveitou para dormir.

Essa fala de Bia foi mais um indicador de como ela se posicionou durante a entrevista. Estava insatisfeita com o que havia ocorrido antes da entrevista. Pelo conjunto de sua participação, interpretou-se que isso conferiu maior sinceridade às suas contribuições, combinado a um modo provocativo de se manifestar.

10 – Bia disse ter escolhido participar do projeto.

Comparando a experiência de participar da atividade com sensores e a experiência anterior num laboratório de Biologia, Bia disse que o laboratório era legal, mas que ela participava por obrigação, enquanto que a atividade com sensores ela escolheu participar.

Esse enunciado de Bia se contrapõe a um anterior, em que ela diz ter entrado no projeto por acaso. Alguns fatores podem estar relacionados a essa contraposição, que expressa contradições internas à atividade: escolher sem um melhor entendimento dos objetivos propostos para o projeto; dificuldade de compreensão sobre as operações básicas da atividade, especialmente as de tratamento dos dados, obstáculo reforçado pela obtenção de resultados não esperados. Deve-se considerar ainda que, no início da entrevista, a manifestação de Bia pode ter sido bastante influenciada pelo seu desapontamento com a reprovação do professor 2 referente ao seu atraso. O desenvolvimento da entrevista pode ter diminuído esse nível de insatisfação com a situação e possibilitado uma visão mais positiva do processo. Outro fator a ser considerado é o nível de influência da família na escolha em participar do projeto. Existem alguns registros no diário de bordo do professor 1 salientando que a mãe da estudante tinha um papel ativo na participação dela no projeto. Apesar de casual, Bia teve a possibilidade da escolha, que seria uma condição inicial de engajamento compreensivo.

11 – Opinião a respeito do grau de autonomia dado.

Ao falar da orientação recebida dos professores do projeto, relacionando principalmente à autonomia dada a eles, os estudantes disseram que se eles tivessem criado a ideia e elaborado o projeto, o grau de autonomia seria adequado. Porém, como eles entraram num projeto pronto, que já tinha a estrutura e objetivos pré-determinados, o grau de autonomia conferido a eles foi excessivo.

Os estudantes disseram, a seu modo, que não houve engajamento compreensivo, mas apenas operacional. Eles julgavam que isso era coerente com o fato de eles não serem autores do trabalho. Dessa perspectiva, dar uma autonomia maior foi perturbador, pois exigia engajamento no nível compreensivo.

12 – O que os estudantes consideraram saber sobre os sensores.

Na segunda parte da entrevista, o professor 1 pediu que os estudantes dissessem tudo o que sabiam sobre os sensores. Sobre o que se aprendeu sobre o sensor de posição, segue a transcrição:

8. (...) *A – E o de posição que envia ondas...*
9. *B – O de posição é “O de posição”.*
10. *A – Envia uma onda de ultrassom para frente, até um metro e meio, não pega a... Por que ele não pega a menos de quarenta? Menos de quarenta centímetros?*
11. *P – Por quê, que ele não pega quarenta centímetros?*

12. A – Não, eu não sei não, sério mesmo. Não sei por que não pega não.
13. P – Nem ideia?
14. A – Nem ideia. Só porque é mais rápido de chegar assim, ele confunde?
15. P – Bom, já é uma hipótese. É uma ideia. Chega rápido demais?
16. A – Não, mas não tem uma coisa, assim uma coisa que é a resposta certa não?

Fez a pergunta buscando uma resposta definitiva sobre o limite inferior de medida, de 40 cm.

17. P – Não.
18. A – Não?

Silêncio.

19. A – Mas isso é uma coisa que não tem como a gente descobrir.
20. P – Tem como descobrir. Tem que estudar.
21. A – Não, só se você conhecesse o funcionamento do sensor. A gente não mexe com o funcionamento do sensor.

Ao falar que o funcionamento do sensor não é contemplado na atividade, André se referia ao funcionamento físico do sensor, ou seja, o que acontece dentro dele para transformar os sinais obtidos em dados, o que é diferente do conceito usado pelo professor I, que se refere às condições de funcionamento do sensor.

(...) O professor I procura argumentar com os alunos a possibilidade de avançar na compreensão da estrutura e funcionamento do sensor estudando manuais sobre o assunto. Segue uma discussão sobre uma possível ação de desmontar o sensor, algo que pareceu motivar os estudantes, embora os mesmos reconhecessem que isso poderia danificá-lo e, por isso, não seria uma ação adequada.

22. (...) P – E o que mais que vocês sabem dos sensores?
23. B – Já acabou!
24. P – Como já acabou? E sobre o funcionamento?
25. A – Que envia ondas em tempos diferentes. O quê que você quer saber sobre o funcionamento?
26. P – O quê que ele mede, pra quê que ele serve?
27. A – Ah, ele mede distância e tempo...
28. B – Ele serve pra jogar no lixo. Pra guardar poeira.
29. A – Ele mede a distância do objeto.
30. (...) P – Uai, em quais situações que ele funciona? Quais fenômenos que ele consegue medir?

31. A – *Uai, nenhum!*
32. P – *Nenhum?*
33. A – *Uai, certo não.*
34. B – *Se a gente soubesse a gente não estava quebrando a cabeça.*
35. A – *Ele pode medir tudo quanto é coisa, mas vai estar errado.*
36. P – *Ele pode medir todos os movimentos?*
37. A – *É, não é não?*
38. P – *Será?*
39. A – *Sei lá, um que haja movimento retilíneo.*
40. P – *Tem que ser retilíneo. Já começou bem. Tem que ser retilíneo. Que mais?*

Silêncio.

41. P – *Tem restrições, gente.*
42. A – *Quais restrições?*
43. P – *Uai, o movimento de um avião é retilíneo.*
44. A – *Uai, você pega um outro avião, põe o sensor na ponta e vai medir. Se você for imaginar a Física é muita imaginação. Por isso que é complicado Física.*

(...) Segue a discussão em que acaba havendo um acordo sobre a impossibilidade de usar o sensor no exemplo proposto pelo Professor 1.

45. (...) P – *Que tipo de movimento que a gente vai medir com ele [o sensor de posição]?*
46. A – *Um movimento pequeno, simples.*
47. P – *Isso.*
48. B – *Ah, essa do avião foi muito legal.*
49. (...) A – *O problema de Física da escola é isso: você estuda muita coisa que você não vê na verdade. Ah, desprezando o atrito... Mas você nunca vai ver um negócio que despreze o atrito. Entendeu? Por isso que é ruim, é difícil.*

A ênfase dada por Bia na linha 9 destaca o nível de investimento que foi dado ao sensor de posição, que deixou de ser mediação para ser objeto da atividade e talvez o sentimento de falta de retorno desse investimento.

Os enunciados de André mostram que ele avançou na sua compreensão sobre a estrutura e funcionamento do sensor, considerando o tipo de questões propostas e observações realizadas por ele. Pode-se também interpretar que André se mostra mais seguro quanto aos conhecimentos adquiridos sobre o sensor, o que contrasta com o que foi constatado na segunda entrevista, mostrando uma evolução na relação do estudante (sujeito) com o SAATD (objeto) e sua compreensão sobre ele.

Bia demonstrou não atribuir qualquer utilidade ao sensor de posição ou não acreditar que ele fosse capaz de fazer medidas confiáveis. Para ela, o grau de dificuldade na operação com o sensor, a não obtenção de resultados esperados, somados à sua motivação inicial para o projeto configuraram fatores de não engajamento compreensivo, às vezes expressos com ironia. Isso pode também ser fruto do seu descontentamento com a situação que antecedeu a entrevista.

André demonstrou dificuldade em trabalhar com a abstração no estudo de fenômenos físicos, o que pareceu deixá-lo insatisfeito e desmotivado com o estudo. Porém, ele conseguiu entender que o exemplo proposto pelo Professor 1 na linha 43 conduzia à resposta da linha 46.

Durante toda a entrevista, Bia proporcionou indicadores de que não teve o mesmo envolvimento que André na atividade. Isso foi verificado nos momentos em que ela disse ter dúvidas, mas não buscou saná-las, na desvalorização dos objetos da atividade e em suas atitudes, além de não participar das discussões como André.

Conclusão

O diagrama do sistema de atividade proposto por Engeström (1987) foi utilizado como instrumento de descrição e estruturação da atividade. Possibilitou uma visualização dinâmica na relação entre alguns dos elementos mediadores da interação sujeito-objeto, a participação da comunidade, as questões ligadas à autonomia na forma de acompanhamento dos estudantes. A discussão das contradições envolvendo esses elementos procurou contemplar o caráter sistêmico da atividade e as influências mútuas entre todos os componentes. A análise destacou a mudança no objeto e nos sentidos pessoais atribuídos pelos estudantes à atividade, em que medida esses sentidos se aproximavam do significado da atividade e as consequências dessa relação para a evolução do sistema.

Com base nos trabalhos de Leontiev, Duarte destaca a relação complexa entre motivo e objeto da atividade, resultando em uma estrutura psicológica também complexa. Afirma que a relação mediada entre ação e motivo deve ser traduzida no âmbito da consciência individual. O sentido da ação é dado por aquilo que liga, na consciência do sujeito, o conteúdo da ação ao motivo da atividade na qual essa ação está inserida. A elaboração desse sentido se dá dentro de uma coordenação de diversas ações envolvendo outros sujeitos, em uma atividade que é coletiva. Os aspectos afetivo-emocionais ligam-se ao sentido da atividade. Uma das formas de alienação seria resultado de uma dissociação entre o significado das ações dentro de uma atividade e o sentido a elas atribuído (DUARTE, 2004).

O motivo que leva um sujeito a realizar certa atividade expressa o sentido pessoal que ele atribui a esta atividade e esse sentido não necessariamente se vincula ao significado das ações concretizadas. O caso de Bia expressa essa dissociação, que explica seu engajamento operacional na atividade, isto é, no nível das ações e operações. André apresenta um nível de engajamento que se aproxima do compreensivo, isto é, no nível da atividade como um todo, evidenciado pela compreensão que demonstra sobre a estrutura e funcionamento do sensor. No entanto, as dificuldades operacionais com o sensor de posição impediram o estudo de movimentos mais complexos. Isso afastou o projeto das suas expectativas de

trabalhar a Física em um plano menos ideal, dificultando a emergência de um engajamento compreensivo.

O grau de aproximação entre os motivos iniciais (sentido pessoal) dos estudantes e o significado da atividade com o SAATD explicam, em parte, os diferentes níveis de engajamento apresentados. Na etapa inicial, o sensor foi tratado pelos professores como uma ferramenta para estudo de fenômenos físicos mais complexos e interessantes. Eles esperavam que, na medida em que os estudantes pudessem escolher movimentos reais a serem investigados, formular questões sobre esses movimentos e produzir resultados, explorando o potencial do SAATD, o nível de engajamento seria crescente, tornando-se compreensivo. O significado da atividade e o sentido atribuído pelos estudantes às ações propostas paulatinamente se aproximariam e direcionariam suas ações para resultados mais elaborados, dentro de um processo progressivamente formador e construtor de sua autonomia.

Outros fatores devem ainda ser considerados na análise, especialmente como o sistema de atividade se insere no Centro Federal e nas relações que André e Bia estabeleceram entre sua atividade e os demais aspectos de sua vida escolar. Quanto o vínculo institucional dos estudantes, por meio de uma bolsa, influenciou sua permanência no projeto? Ainda que o plano de trabalho fosse sistematicamente discutido e reavaliado com os bolsistas, como as relações de poder influenciaram as tomadas de decisão e a possibilidade efetiva dos estudantes de interferir nos rumos do projeto? São questões em aberto a serem respondidas na continuidade da investigação e, especialmente, com uma compreensão mais aprofundada da Teoria da Atividade. As reflexões emergentes da redação desse texto atestam a complexidade das relações entre elementos internos e externos ao sistema de atividade, entre elementos internos e externos relativos a cada participante dele e a repercussão dessas relações na constituição do motivo que engaja cada participante do sistema de atividade.

As condições de realização de medidas com o sensor de posição se revelaram complexas. Implicaram em operações que se mostraram além das possibilidades dos bolsistas, levando à produção de resultados muito distantes do esperado. Isso gerou frustração e desmotivação, dissociação entre sentido e significado, fez com que a autonomia na condução dos experimentos se tornasse mais uma fonte de dificuldade e dispersão. Nas diferentes fontes de dados (observação participante, diários de bordo e entrevistas) foi possível obter evidências de engajamento predominantemente operacional, que não tiveram continuidade, pois as ações e operações realizadas, do ponto de vista dos estudantes, faziam pouco sentido.

O objeto da atividade deixou de ser um fenômeno físico, escolhido pelos estudantes, para ser o próprio SAATD de posição. Embora tal modificação tenha sido negociada em reuniões de planejamento do trabalho, estudar as condições de uso do sensor não se revelou uma atividade com sentido para os estudantes. A postura de Bia na última entrevista evidencia aspectos importantes relacionados à afetividade e à subjetividade de cada sujeito participante do sistema. Nos momentos em que as emoções afloram, obtêm-se indicadores valiosos do sentido que a atividade tem para os estudantes e da proximidade entre sentido e significado.

Cavalcante e Tavolaro (2000) apresentaram algumas dificuldades de adaptação de professores ao uso de SAATD no ensino de Física que reforçam os resultados encontrados nesta investigação. Dentre os vários aspectos mencionados, destacam-se o despreparo para

a manipulação de sensores e análise de dados e a atribuição, por professores e estudantes, do mito de uma precisão absoluta a sistemas digitais. As autoras salientam a importância da compreensão sobre os valores de erro apresentados pelos *softwares* dos SAATD e de uma interpretação adequada da resolução fornecida pelos sistemas. Haag, Araujo e Veit (2005) consideraram que, mesmo numa situação em que se gastou muito tempo na familiarização dos estudantes com o SAATD, a utilização do mesmo foi justificada, pois a familiarização com os instrumentos necessários à realização de um experimento é também um objetivo das atividades práticas.

O nível de engajamento dos estudantes e a autonomia a ser conferida dependem da delicada vinculação entre sentido e significado da atividade e se as ações propostas expressam um nível de dificuldade que desafie os estudantes e não os paralise ou leve a resultados que os deixem perdidos, sem referências. Esses aspectos influenciaram fortemente o nível de engajamento: se operacional, no nível das ações e operações, se compreensivo, no nível da atividade como um todo. A transformação do SAATD de posição de mediação para objeto da atividade, com as consequências relatadas, mostra que a introdução de uma tecnologia desconhecida no ambiente escolar pode ser marcada por muitas dificuldades. No caso dos SAATD, as condições de operação do sistema são aspectos de grande importância, que não devem ser colocados em segundo plano e que podem ser determinantes para o nível de engajamento dos estudantes e para a criação de oportunidades de aprendizagem.

Referências

- ANDRÉ, M. E. D. A. **Etnografia da Prática Escolar**. 3ª ed., Campinas, SP: Papyrus, 1999.
- ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Uma revisão da literatura sobre estudos relativos a tecnologias computacionais no ensino de física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.4, n.3, p. 5-18, 2004.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n.2, p. 176-194, 2003.
- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.19, n.3, p. 291-313, 2002.
- CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. C. Cuidados na Utilização de Sistemas de Aquisição de Dados no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.22, n.2, p. 247-258, 2000.
- CAVALCANTE, M. A. et al. Proposta de um Laboratório Didático em Microescala Assistido por Computador para o estudo de Mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 21, n. 1, p. 127-135, 1999.
- COLE, M.; ENGSTRÖM, Y. A cultural-historical approach to distributed cognition. In: SALOMON, G. (Ed.) **Distributed Cognition**. Cambridge: University Press, 1997, p. 1-46.
- DUARTE, N. Formação do indivíduo, consciência e alienação: o ser humano na psicologia de A. N. Leontiev. **Cadernos Cedes**, Campinas, vol. 24, n. 62, p. 44-63, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 11/03/2009.

ENGESTRÖM, Y. The Emergence of Learning Activity as a Historical Form of Human Learning. In:_____. **Learning by expanding: an activity-theoretical approach to development research.** cap.2. Helsinki, Finland: Orienta-konsultit, 1987, p. 1-78. Disponível em: <<http://lchc.ucsd.edu/MCA/Paper/Engestrom/expanding/toc.htm>>. Acesso em: 11/04/2008.

FARIA, A. F. **Engajamento de estudantes em atividade de investigação.** 2008. 119p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

FREDRICKS, J. A.; BLUMENFELD, P. C.; PARIS, A. H. School engagement: potential of the concept, state of the evidence. **Review of Educational Research**, v. 74, n.1, p. 59-109, 2004.

GOMES, A. D. T. et al. Formação e desenvolvimento das habilidades relativas ao processo de investigação científica mediado por sensores. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino em Ciências, 2. , 1999, Valinhos. **Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** Belo Horizonte: Associação Brasileira de Pesquisa e Educação em Ciências, 1999.

HAAG, R.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Por que e como introduzir a aquisição automática de dados no laboratório didático de Física?. **A Física na Escola**, v.6, n.1, p. 69-74, 2005.

HODSON, D. Experiments in science and science teaching. **Educational Philosophy & Theory**, V. 20, n.2, p. 53-66, 1988.

LEONT'EV, A. N. Activity and Consciousness. In: LEONT'EV A. N. **Activity, consciousness and personality.** Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1978, cap. 4, p. 75-95. Disponível em: <http://communication.ucsd.edu/MCA/Paper/leontev/index.html>

LEONTIEV, A. N. The Problem of Activity in Psychology. In: WERTSCH, J. V. (Ed.) **The concept of activity in soviet psychology.** New York: M. E. Sharpe. Inc. , 1981, p. 37-71.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky. Aprendizado e desenvolvimento. Um processo sócio-histórico.** São Paulo: Scipione, 1997.

ROTH, W-M. Activity Theory and Education: an introduction. **Mind, Culture and Activity.** v. 11, n. 1, p. 1-8, 2004. Disponível em: <<http://www.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 11/03/2009.

SIAS, D. B.; RIBEIRO-TEIXEIRA, R. M. Resfriamento de um corpo: a aquisição automática de dados propiciando discussões conceituais no laboratório didático de Física no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.23, n.3, p. 360-381, 2006.

SOKOLOFF, D. R.; LAWS, P. W.; THORNTON, R. K. RealTime Physics: active learning labs transforming the introductory laboratory. **European Journal of Physics.** v. 28, n. 3, S83-S94, 2007.

TAMIR, P. Practical work in school: an analysis of current practice. In: WOOLNOUGH, B. (ed.), **Practical Science.** cap. 2. Milton Keynes: Open University Press, 1990.

VYGOTSKY, L.S. **A formação social da mente.** São Paulo: Martins Fontes, 1984.

Recebido em março de 2009, aceito em junho de 2009.