

# Sentidos atribuídos por estudantes à aprendizagem de construção e interpretação de gráficos em atividades práticas com aquisição automática de dados<sup>1</sup>

## Resumo

Neste artigo apresentamos resultados obtidos, a partir de grupos focais com estudantes do ensino médio profissional de uma instituição federal de ensino durante uma pesquisa que teve como objetivo investigar as possíveis aprendizagens de construção e interpretação de gráficos em ambientes mediados por medidores manuais e em ambientes mediados por medidores automáticos. Os grupos focais realizados permitiram buscar os sentidos atribuídos pelos estudantes à experiência que vivenciaram, destacando-se: maior proximidade entre as atividades escolares e o ambiente mediado por medidores manuais, assim como maior interação dos estudantes nesse ambiente; maior precisão obtida no ambiente com medidores automáticos. As trajetórias dos estudantes ao longo da sequência de ensino investigada influenciaram de forma significativa seu julgamento sobre os ambientes de aprendizagem vivenciados.

**Palavras-Chave:** Ambientes de Aprendizagem, Atividades Práticas, Aquisição Automática de Dados, Ensino de Gráficos.

## Students' sense about construction and interpretation graphics learning in practical activities with data automatic acquisition

*Alisson Rodrigo dos Santos*{*alissonrs@ufmg.br*}, *Adelson Fernandes Moreira* {*adelson@deii.cefetmg.br*}

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

## Abstract

In this paper are presented results obtained with focus groups in which participated vocational high school students during a research whose objective was identify possible graphics construction and interpretation learning in environments aided by manual meters and environments aided by automatic meters. The focus groups created opportunities to detach students' sense about experience lived as: more resemblance between school activities and environment aided by manual meters, also more interaction between students in this environment; more precision obtained in environment aided by automatic meters. Students trajectories through the teaching sequence investigated influenced significantly their judgement about learning environments lived.

---

<sup>1</sup> Apoio: Centro Federal de Educação Tecnológica – Programa Institucional de Fomento à Pesquisa (PROPESQ)

**Key words:** Learning Environments, Practical Activities, Data Automatic Acquisition, Graphics Teaching.

## **Introdução**

Neste trabalho apresentamos os resultados de uma pesquisa de mestrado realizada com estudantes do primeiro ano do ensino médio profissional de uma instituição federal de ensino. A motivação desta pesquisa foi a constatação de que uma grande parte das publicações sobre sistemas de aquisição automática e tratamento de dados (SAATD) em ambiente escolar compõe-se de receitas, restringindo a explicar como fazer, sem uma maior reflexão sobre seu uso ou até mesmo sem seu efetivo emprego em ambiente escolar e um possível deslumbramento com as possibilidades fornecidas por esse tipo de ferramenta em um laboratório didático de Física sem a efetiva avaliação de seus limites e possibilidades.

Ainda no início do ano de 2009 uma pesquisa piloto, realizada nos moldes da pesquisa apresentada neste trabalho, forneceram indícios de que o uso de sistemas de aquisição e tratamento de dados manual é de grande importância para a compreensão e interpretação dos dados de um experimento (Santos, Moreira, Rosa, 2009). Neste artigo abordaremos especificamente os sentidos atribuídos por estudantes que participaram da pesquisa aos ambientes de aprendizagem vivenciados.

## **Os sistemas automáticos de aquisição e tratamento de dados (SAATD)**

Ao conjunto de computador, sensor, interface e software de tratamento dos dados, denominamos sistema automático de aquisição e tratamento de dados, SAATD. Este tipo de sistema é normalmente utilizado para coleta e análise de dado sem tempo real em laboratórios de ensino.

Como vantagens encontradas na literatura do uso dos SAATD podemos citar: permitir o desenvolvimento de certas habilidades, como o uso de alguns tipos de programas de computador, o manuseio do SAATD, o exercício de cálculos estatísticos, a construção e interpretação de gráficos, o entendimento de erros aleatórios e sistemáticos, entre outros; aproximar o estudo da Física ao fenômeno real; possibilitar a coleta de dados de fenômenos que acontecem em frações de segundos; facilitar a alteração das condições de contorno para checagem de hipóteses; possibilitar o estudo de fenômenos complexos como os que envolvem grande número de variáveis; promover a coleta de dados em tempo real; propiciar maior precisão e confiabilidade das medidas obtidas; promover a interação dos estudantes com tecnologias que envolvem o computador; permitir que o estudante realize atividades mais parecidas com as realizadas em um laboratório de pesquisa em Física; desenvolver o pensamento crítico e criativo do estudante (PONTELO, 2009), (HAAG, ARAUJO e VEIT, 2005), (ARAUJO e VEIT, 2004).

Cavalcante e Tavolaro (2000) descrevem as características de alguns kits que compõem sistemas automáticos de captação e tratamento de dados disponíveis no mercado e, juntamente com outros autores, como Aguiar e Laudares (2001), Cavalcante e Tavolaro (2000b) e Figueira e Veit (2004), enfatizam que esses kits junto com o software que os acompanha limitam o tipo de atividade que com eles pode ser desenvolvida. Outras limitações do uso dos SAATD que encontramos descritas na literatura são o alto custo dos equipamentos, despreparo de professores para utilizar os SAATD, uso de equipamentos sofisticados para tarefas simples, atribuição por professores e estudantes do mito de uma precisão absoluta a sistemas digitais, necessidade de tempo para familiarização com o equipamento (Cavalcante e Tavolaro, 2000; Pontelo, 2009).

Os sistemas de aquisição e tratamento de dados podem ser analisados como de instrumentos de mediação do processo de coleta de dados.

### **Os gráficos de Cinemática**

O estudo de gráficos foi escolhido por se apresentar como um tópico de grande importância no ensino de ciências. Segundo Araujo, Veit e Moreira (2004, p.180) “os professores de Física utilizam os gráficos como uma segunda linguagem [...] os estudantes não compartilham o mesmo vocabulário que os professores”. Para Monteiro (1999, p.5), “os gráficos podem ser vistos como um tipo de sistema simbólico construído culturalmente com o objetivo de ampliar as possibilidades de se compreender certas relações entre quantidades”. O aprendizado desta segunda linguagem é construído culturalmente.

O estudo da literatura sobre ensino de gráficos revelou que a habilidade de leitura e interpretação de gráficos é essencial na atual sociedade da informação, porém vem sendo precariamente desenvolvida na escola básica de modo que estudantes chegam ao ensino superior sem conseguir construir e ou ler e extrair informações de gráficos (AGRELLO e GARG, 1999; KARRER, 2007). Como ampliadores de nossa capacidade de compreensão sobre certas relações entre quantidades, os gráficos podem ser analisados do ponto de vista de mediações semióticas, ou seja, como ferramentas de auxílio do pensamento.

### **Referencial teórico**

Elegemos nosso referencial teórico tendo como base os trabalhos de Vigotski (2007) e estudos posteriores de sua teoria sobre formação da mente a partir das ferramentas de mediação tendo também destaque as obras de Wertsch (1999), por sua discussão sobre as propriedades da ação mediada, e Bakhtin (1986), por sua contribuição sobre a constituição de cadeias enunciativas.

A teoria histórico-cultural fornece a base para o estudo tanto dos gráficos de cinemática quanto dos sistemas de aquisição automática e tratamento de dados. Uma vez que os dois apresentam-se como ferramentas de mediação sendo construções sociais que visam a ação do homem sobre a natureza ou sobre si próprio. Vigotski destaca como fator de aproximação entre os diferentes tipos de mediação, o caráter mediado da ação, a mediação cumprindo uma função auxiliar da ação. Uma diferença fundamental entre a mediação instrumental e a mediação semiótica, seria que enquanto signos tem função de controle do comportamento, sendo voltados para a ação do homem sobre si mesmo, os instrumentos são voltados para ação do homem sobre a natureza. Com elo psicológico real entre mediação instrumental e semiótica Vigotski salienta que mudanças na mediação semiótica necessariamente levam a mudanças na mediação instrumental (VIGOTSKI, 2007).

Wertsch (1999) chama atenção para essa indissociação entre a mediação e o homem, que ele chama de agente da ação mediada. Segundo Wertsch existe uma tensão irreduzível entre o agente e a mediação, sendo então a unidade de estudo a ação mediada, uma vez que sozinha a mediação não leva a cabo a ação, mas também somente o agente, sem a mediação, não é capaz de obter o mesmo êxito que quando munido da ferramenta de mediação.

É importante focar nos objetivos de mudança de uma ação mediada, no que se perde e no que se ganha em se utilizar determinada mediação para executar uma ação. Diferenças externas pequenas na ação mediada podem levar a grandes diferenças internas, de tal modo que os processos psicológicos envolvidos na realização da tarefa são tão diferentes que a ação muda completamente. Determinada mediação nos “libera de alguma limitação prévia, introduz outras novas que lhe são próprias” (WERTSCH, 1999, p. 70). A partir do estudo da ação

mediada buscamos avaliar como uma mediação material, os sistemas de aquisição automática ou manual de dados, pode contribuir para o aprendizado de uma mediação semiótica, os gráficos de Cinemática.

## Metodologia

A pesquisa configurou-se como uma pesquisa empírica com intervenção. Para sua execução foram utilizadas técnicas associadas à etnografia como trabalho de campo com um período de tempo longo, interação entre o pesquisador e o objeto pesquisado, preocupação com o significado expresso pelos participantes sobre as experiências e o mundo que os cerca e observação participante dos ambientes de aprendizagem investigados (ANDRÉ, 1999).

Duas sequências de ensino foram desenvolvidas com o objetivo de comparar a aprendizagem dos estudantes no ambiente mediado por medidores automáticos com a aprendizagem desenvolvida no ambiente mediado por medidores manuais. Para o desenvolvimento das sequências de ensino em duas turmas da primeira série do ensino médio profissional, cada uma foi dividida em duas subturmas, com aproximadamente 20 estudantes. Em cada laboratório, o espaço foi organizado para o trabalho de quatro grupos, em aulas com 100 minutos de duração.

Conforme a FIG. 1, cada subturma percorreu uma sequência de atividades. Inicialmente foi aplicada uma Avaliação diagnóstica, comum às duas subturmas, que teve a função de avaliar o conhecimento dos estudantes sobre os temas discutidos, em seguida cada subturma seguiu para um laboratório específico, a subturma 1 para o laboratório com medidores manuais e a subturma 2 para o laboratório com medidores automáticos.

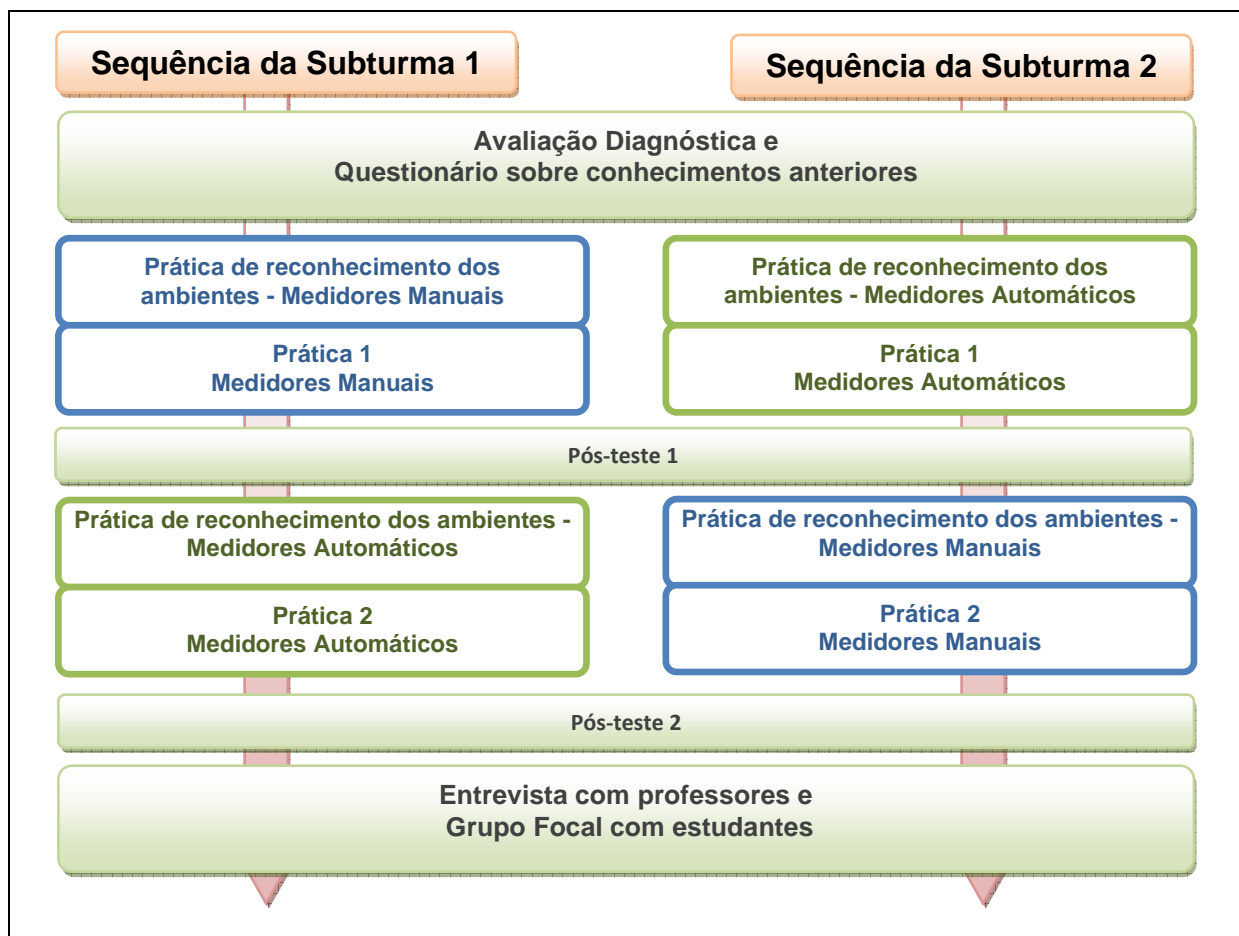


FIGURA 1 - Sequência de ensino de cada subturma – etapas de coleta de dados da pesquisa.

Em uma primeira visita ao laboratório foi executada uma prática mais simples de movimento uniforme em que o objetivo foi o reconhecimento do ambiente. Já em uma segunda visita ao laboratório, as subturmas executaram uma prática de movimento acelerado.

Após esta primeira etapa de atividades práticas os estudantes realizaram o Pós-Teste 1 que teve como objetivo principal avaliar a contribuição de cada ambiente para a aprendizagem desses estudantes. Em uma segunda etapa as subturmas trocaram de laboratório, de maneira que a subturma 1 passou a desenvolver atividades com medidores automáticos e a subturma 2 passou a atividades com medidores manuais. Foi então realizado o Pós-teste 2, que teve como objetivo avaliar a contribuição de cada sequência de ensino (iniciando com um tipo de mediação ou com o outro). Terminada a segunda etapa de atividades práticas e testes passou-se a etapa de entrevistas com os professores que participaram da sequência e grupos focais com os estudantes.

As duas atividades, com medidores manuais e medidores automáticos, possuíam como tema o Movimento Retilíneo Uniformemente Acelerado. Na primeira, conforme FIG. 2a, buscava-se obter a aceleração de translação de uma esfera, que desce uma calha inclinada, a partir da construção e linearização de um gráfico de distância percorrida em função do tempo. A atividade com sensores (FIG. 2b) foi organizada de modo a obter, também a partir da linearização de um gráfico de distância em função do tempo, a aceleração de queda livre de uma esfera, situação em que a medida de distância e tempo com o uso de cronômetro e régua se torna impossível.

Na atividade da esfera descendo uma calha inclinada, os estudantes efetuaram, manualmente, as medidas de distância percorrida e tempo para diversas posições de descida da esfera na calha e as registraram em uma tabela, calculando os valores médios após repetirem o experimento certo número de vezes. Assim, essa atividade enfatiza a coleta de dados passo a passo, a construção do gráfico e sua interpretação. Diferentes professores, que orientam essa atividade, relataram a insuficiência do tempo para interpretar os gráficos produzidos.

Na atividade com aquisição automática de dados, conforme a FIG. 2b, efetuam-se medidas de posição a partir de um sensor do tipo sonar que dispara ondas ultrassônicas contra o objeto de estudo em movimento. Esse sensor registra a posição do objeto em função do tempo em uma tabela e, simultaneamente, apresenta na tela do computador o gráfico com as informações que estão sendo captadas. Após a coleta e visualização do gráfico, os dados podem então, ser enviados para uma planilha eletrônica, a partir da qual se constrói o gráfico de distância em função do tempo e sua respectiva linearização.

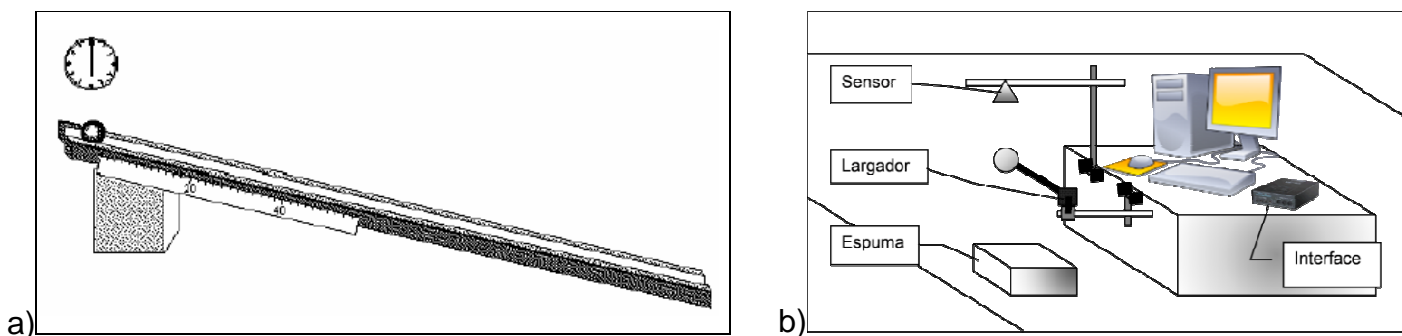


FIGURA 2 – a) Montagem das atividades práticas com medidas manuais.  
b) Montagem da atividade prática com medidas automáticas.

Foram utilizados três instrumentos de coleta de dados de maneira a efetuar a triangulação das informações ao final dos trabalhos. São eles o diário de bordo do pesquisador, a produção escrita dos estudantes e as entrevistas com os professores e grupos focais com os estudantes.

Para a construção de instrumentos que nos permitissem ir além dos significados dicionarizados das palavras expressas pelos sujeitos participantes da pesquisa nos referenciamos nas discussões de Bakhtin sobre o papel da linguagem. Segundo ele o discurso interior se constitui a partir das interações exteriores, ou seja, a partir da interação verbal, sendo assim os sentidos do discurso interior e exterior se aproximam, uma vez que são constituídos do mesmo material semiótico:

“A expressão exterior, na maior parte dos casos, apenas prolonga e esclarece a orientação tomada pelo discurso interior. E as entoações que ele contém.”  
(BAKHTIN, 1986, p. 114).

O sentido de um determinado enunciado só pode ser obtido a partir de uma sequência de enunciados específicos. Seu sentido é determinado tanto pelos fatores históricos, quanto pelos fatores imediatos que levaram àquela enunciação. Como fatores históricos são considerados a origem social, o contexto histórico no qual se insere o sujeito que fala e sua história de vida. Já o contexto imediato está relacionado ao auditório em que a enunciação é feita, seu interlocutor em potencial, as condições em que é realizada.

As modalidades de entrevista e os grupos focais se prestam a coletar um conjunto de informações que instrumentos de coleta de dados estáticos ou quantitativos muitas vezes não são capazes de registrar (GATTI, 2005). Considerando que o discurso verbal seja o meio mais direto da constituição dos sentidos, acreditamos que o meio mais direto de coleta de informações é aquele em que os indivíduos enunciam suas experiências.

Para o recorte tratado neste artigo avaliaremos as contribuições em que estudantes participantes da pesquisa apresentam suas opiniões de forma oral nos grupos focais ou em questões sobre os ambientes de aprendizagem presentes no final do Pós-Teste 2.

Foram realizados dois grupos focais, cada um com componentes de cada uma das turmas participantes da pesquisa. Os estudantes foram selecionados em cada turma de modo a compor um grupo de estudantes de perfis e visões diferentes. Os perfis e visões dos estudantes foram compostos a partir de dados da Avaliação Diagnóstica, do diário de bordo e das informações obtidas com os pós-testes. Com isso tomamos o cuidado de ter nos grupos participantes das duas sequências de atividades desenvolvidas, sequência com início efetuando medidas manuais e sequência com início com medidas automáticas.

Todos os estudantes participantes dos grupos focais participaram de todas as etapas anteriores da pesquisa tendo assim um histórico com o restante da turma, assim, esses estudantes compartilhavam os mesmos termos, embora com pontos de vista diferentes, conforme as orientações feitas por Gatti (2005). Os grupos focais, registrados em áudio, tiveram como mediador o professor pesquisador que esteve presente nas etapas anteriores da pesquisa.

Antes do início da atividade alguns acordos foram feitos com os estudantes como o anonimato dos participantes, o tipo de utilização dos dados coletados, o modo de registro a ser empregado, além de como a dinâmica havia sido planejada e seu tempo de duração. A discussão iniciou-se a partir da última questão do Pós-teste 2, na qual os estudantes foram solicitados a comparar as atividades nos ambientes com medidores automáticos e manuais, indicando pontos positivos e negativos e sua preferência quanto a iniciar a sequência com medidas manuais ou com medidas automáticas.

## Resultados

Os resultados apresentados aqui são referentes à etapa de grupos focais realizada com os estudantes já no final da pesquisa, conforme apresentado na FIG. 1 e também informações presentes em questões nas quais procuramos explicitar de forma escrita o posicionamento dos estudantes quanto a sequências de ensino e aprendizagem por eles vivenciadas. Apresentamos a seguir uma síntese dos dois grupos focais realizados com os estudantes.

Entre os depoimentos apresentados, após o início da discussão, um estudante levanta uma defesa da atividade com medidas manuais, ressaltando a característica de que a atividade é mais simples e mais didática:

“Eu acho que a manual é bem mais didática. Se você for ensinar alguma coisa para criança você vai ter que começar por brincadeira, [...], de uma forma mais clara que ela possa enxergar melhor aquilo que ela queira aprender. [...] Então a manual é bem melhor para você entender, mas se você já domina a matéria ai tudo bem pegar a automática.”

Outra estudante faz uma defesa da atividade com medidas automáticas e da sequência de práticas automática – manual, destacando o fato de que muitas das tarefas que eles executam no dia a dia são automatizadas e a necessidade de conhecer essas novas ferramentas já se faz presente:

“Na nossa realidade hoje é tudo assim automático, por exemplo, nas aulas de Física a gente tem prova, ou mesmo nas aulas de técnicas de circuito, a gente tem a calculadora científica e lá a gente joga tudo direitinho e sai o resultado e tal, só que na época dos nossos pais não, eles tinha que pegar e tinham que fazer as contas, quebrar a cabeça e às vezes dava errado. Então eu acho que é interessante a gente vê do jeito mais fácil, do jeito que a gente vê hoje da nossa realidade, do jeito que a gente vive para depois a gente vê como seria se nós não tivéssemos o computador, o sensor e todas as outras coisas que fez tudo para a gente na prática automática.”

Alguns estudantes afirmaram que na atividade com medidas manuais tiveram a oportunidade de rever passo a passo as etapas e aprenderam a trabalhar com o conteúdo de Cinemática que, na sala de aula, não haviam compreendido. Essa afirmação converge com os nossos estudos de Bakhtin (1986) quando este considera a importância do contexto histórico, no caso a trajetória dos estudantes na sequência de ensino, na análise da atividade desenvolvida pelos sujeitos participantes da cadeia de enunciações.

Como a maioria dos estudantes no Pós-teste 2 indicaram que a atividade com medidas manuais deveria ser a primeira na sequência de atividades realizadas, foi questionado se as atividades com medidas automáticas não deveriam ser deixadas para o segundo ou terceiro ano do ensino médio. Como resposta, alguns estudantes afirmaram que a prática automática também havia sido divertida e que nela eles puderam ver as coisas acontecendo, além de haver maior precisão possibilitada por essa atividade. Indicaram que as atividades daquele tipo deveriam continuar ocorrendo e que elas deveriam ser inseridas em contextos mais complexos, nos quais as atividades manuais não poderiam ser utilizadas, o que, segundo os estudantes, já ocorria na própria instituição.

“No laboratório de eletrônica digital [...], começamos o ano fazendo as montagens dos circuitos de modo manual no *protoboard*, só que agora como o circuito ficou mais complexo a gente passa para o *circuitmain* um programa de computador. Já que a gente já entendeu o que acontece na prática a gente já sabe qual a noção da realidade daquilo lá.”

Esse comentário tem um detalhe importante que é essa “noção da realidade daquilo lá”. No computador, pode-se ter qualquer tipo de simulação, real ou imaginária. Uma vez que se pretende simular algo da realidade, é necessário que os estudantes se convençam de que a simulação em que estão trabalhando tem algo que a torne próxima do evento real. Sendo assim, parece necessária a etapa em que eles têm contato com eventos reais do tópico, trabalhado de maneira mais simples, para só então passarem ao estudo do fenômeno mediado pelo computador, o que talvez possibilite de forma mais simplificada conectar a realidade às informações fornecidas pelo sistema automático.

Questionados sobre quais eram as maiores dificuldades para a execução das atividades e quais os pré-requisitos para se efetuar a atividade prática automática, os estudantes foram unânimes em indicar que a maior dificuldade foi o uso da planilha eletrônica, sendo ele um pré-requisito para a boa execução da atividade com medidas automáticas. Porém um estudante da turma B levanta uma argumentação interessante, ao dizer que o aprendizado do uso da planilha eletrônica para a execução daquela atividade prática era de fácil aprendizado e que com um pequeno auxílio dos professores essa dificuldade foi sanada. Argumentação que se vincula aos dados de Borges (2002): “Nossa experiência indica que os estudantes aprendem rapidamente a usar os recursos básicos do sistema” (BORGES, 2002, p. 309). E que destaca também a importância da mediação social exercida pelo professor, possivelmente atuando na zona de desenvolvimento proximal do aluno (VIGOTSKI, 2007, p. 97; ALVAREZ E DEL RÍO, 1993, p. 84)

Como características que distinguem as atividades, os estudantes ressaltaram a rapidez da atividade com medidas automáticas e a maior participação do grupo na atividade com medidas manuais. Os estudantes afirmam que, uma vez aprendidas as tarefas a serem realizadas com a planilha eletrônica, sua execução passa a ser muito rápida; além disso, eles destacam que, como o resultado de cada etapa é visual, foi possível executar novamente uma etapa ou mesmo toda a atividade sem que para isso fosse necessário realizar todo o trabalho novamente. Ao contrário da atividade com medidas manuais em que os resultados só eram analisados após o desenho dos gráficos, e, caso houvesse a necessidade de refazer alguma medida, todo o trabalho até aquela etapa deveria ser realizado novamente, inclusive a construção do gráfico.

Porém, na atividade com medidas automáticas enquanto dois ou três estudantes que manipulavam o equipamento ocupavam inteiramente o espaço de trabalho, na atividade com medidas manuais necessariamente todos os participantes se envolviam, uma vez que todos possuíam tarefas durante a realização da atividade prática, fator que possibilitou uma maior interação do grupo. Um dos depoimentos a seguir, especificamente o último, destaca as possibilidades de aprendizagem abertas pelas interações em grupo. Vale ressaltar que os componentes dos grupos foram os mesmos em ambos os laboratórios:

“A automática é mais rápida, quando você pega o jeito de mexer com Excel ela vai mais rápida.”

“Na manual, achava que estava na margem de erro, ai chegava no final ai dava tudo diferente, ai vamos fazer esse trem todo de novo.”

“Manual tem esse negócio de mais conta e mais interação do grupo também. Cada pessoa do grupo com uma função tem mais atividade mesmo.”

Quando questionados sobre onde teriam aprendido mais, os estudantes afirmaram ter aprendido mais na prática com medidas manuais, porque ali eles conseguiam ver onde aplicariam os conhecimentos adquiridos nas aulas teóricas, ou tinham a possibilidade de, caso não tivessem aprendido em sala, aprender passo a passo o conteúdo que seria cobrado nos testes:

“Na outra prática [prática com medidas automáticas] a gente não precisou fazer muita coisa e na manual a gente aplica mesmo as fórmulas, a gente consegue mesmo aplicando as fórmulas o tempo todo e construindo gráficos. A gente consegue muito melhor memorizar as fórmulas, memorizar o jeito de fazer gráfico não é. Com certeza ajuda muito a prática manual nesse sentido.”

“[...] você só vê a fórmula na teoria, às vezes você não sabe assim na vida no que você vai usar aquilo, aí na manual você consegue ver. Eu vou usar isso para isso, aí você consegue... a hora que chegar uma prova, você sabe fazer aquilo, porque você viu aquilo acontecer, sabe como é que faz e tem uma facilidade muito maior depois de aprender mais coisa.”

Observamos na fala dos estudantes uma vinculação da atividade com a memorização e com a ilustração da teoria, que não deveriam ser objetivos norteadores do ensino de Física no laboratório. Dessa fala, pode-se extrair um questionamento sobre o formato das atividades e sobre o tipo de aprendizagem que ela produz. Reflexão que, conforme a discussão feita por Wertsch (1999), nos leva a considerar o tipo de aprendizagem proporcionada pelas ações mediadas na atividade prática realizada no laboratório com medidores manuais.

A impressão dos estudantes de ter aprendido mais no laboratório mediado por medidores manuais pode ter relação com a característica dessa atividade e o conjunto de exercícios trabalhados em sala de aula. Ao trabalhar uma atividade de laboratório muito próxima das tarefas de sala de aula, esses estudantes conseguiram relacionar mais facilmente as aprendizagens desenvolvidas na atividade com medidas manuais com as atividades de sala. A aprendizagem adquirida com medidores manuais aparentemente estabelecia um maior diálogo com as propostas de sala de aula, quando comparadas com as atividades com medidores automáticos. Conforme a discussão de Bakhtin (1986), estava mais próxima na cadeia de enunciações que era estabelecida naquele ambiente de aprendizado, mostrando que o contexto histórico desses estudantes influenciou de forma significativa seu julgamento sobre as atividades práticas – manual e automática – que foram realizadas.

Contudo, reafirmamos o questionamento sobre os objetivos que nortearam o ensino de Física em sala de aula e como eles influenciaram as mediações produzidas nas atividades com medidas manuais e a forma de sua utilização. O laboratório deve cumprir um papel que vá além de complementar as chamadas ‘aulas teóricas’. Certas dimensões dos conteúdos da área de Ciências ligadas ao saber fazer e a atitudes têm seu desenvolvimento fortemente favorecido ou exclusivamente dependente de vivências nos laboratórios.

O laboratório didático de física pode se constituir em um ambiente de aprendizagem que proporciona o desenvolvimento de atitudes relativas ao trabalho em grupo, à investigação, ao tratamento de situações inesperadas, à construção de argumentos e escuta dos argumentos de outro. O referencial construído no laboratório é um referencial específico, que podemos chamar de empírico e que articula em torno de situações reais, empíricas, diferentes linguagens: a escrita e a matemática que, juntas, são mediações para a representação e utilização dos modelos da Ciência na interpretação dos experimentos construídos no laboratório.

Já na atividade com medidas automáticas, apesar da sequência de tarefas e de raciocínio a ser efetuada ser muito parecida com a realizada na atividade com medidas manuais, a ênfase estava sobre os dados coletados e os resultados que se obtinha com cada etapa de cálculo e não sobre os próprios cálculos e passos da atividade em si. Isso também pelo fato de os estudantes estarem trabalhando em um evento mais próximo do cotidiano, em termos de uma análise em tempo real, e mais distante dos exemplos de sala de aula que possuem maior nível

de idealização. Assim, conforme discute Wertsch (1999), a mudança na mediação parece ter mudado completamente a atividade e o tipo de aprendizagem a ela associado.

## **Conclusão**

Gostaríamos de ressaltar que as conclusões aqui apresentadas têm relação direta com os dados coletados com os grupos focais realizados na pesquisa, e que estes dados relatam o posicionamento dos estudantes quanto a experiência por eles vivenciada. Os resultados da pesquisa como um todo são mais amplos, exploram mais as contribuições da teoria histórico-cultural, por se apoiarem também nos dados obtidos pelos outros instrumentos de coleta de dados.

Destacamos a afirmação dos estudantes de terem aprendido mais no ambiente com medidores manuais e seu sentimento de estarem mais preparados para as avaliações escolares. Nesse ambiente, ao considerarmos a avaliação dos testes, observamos uma apropriação mais profunda por parte dos estudantes acerca dos temas avaliados. O tipo de aprendizagem privilegiado nesse ambiente apresentou maior consonância com as atividades avaliativas e com o programa de estudos desenvolvido na escola em que a pesquisa foi feita.

No ambiente mediado por medidores automáticos, os sensores e o computador introduziram mudanças na forma de executar a atividade: produzir e analisar gráficos de movimentos retilíneos. Destacamos a indissociação entre a mediação e o agente na ação mediada, concretizando aprendizagens próprias do novo tipo de atividade que se configurou (Wertsch, 1999). Assim esses estudantes terminaram por desenvolver habilidades próprias para essa nova atividade. Porém vale ressaltar dos dados coletados com as entrevistas com os professores em que o professor regente afirma, ao final das atividades da pesquisa, que os estudantes estavam mais críticos, produzindo questões com argumentações mais profundas e avaliando situações mais amplas (em relação aos estudantes de outras turmas que não participaram da pesquisa). Ou seja, o tipo de aprendizagem que mais se desenvolveu no ambiente com medidores automáticos é diferente da que predomina nas atividades com medidores manuais.

No ambiente mediado por medidores automáticos, as informações ficavam à disposição, como dito por alguns estudantes, o gráfico era formado junto com o evento, a queda da esfera, e bastava relacionar quando uma parte era formada com o que ocorria à esfera, não havia muito o que discutir durante a execução do experimento. Neste experimento, a dificuldade era executar a atividade prática já que nem todos sabiam como manipular os equipamentos e por isso o controle do experimento permanecia na mão de alguns poucos estudantes, apesar de alguns estudantes indicarem a facilidade no aprendizado da manipulação desses equipamentos, ressaltando as possibilidades abertas pelas interações com os colegas e pelo trabalho em grupo. Consideramos esses depoimentos evidências do papel da mediação social atuando na zona de desenvolvimento proximal dos estudantes aluno (VIGOTSKI, 2007, p. 97; ALVAREZ E DEL RÍO, 1993, p. 84).

Como reflexão sobre a percepção dos estudantes acerca dos ambientes distintos de aprendizagem podemos destacar que, conforme o modelo de currículo adotado pela instituição e conforme o tipo de avaliação proposto (uma vez que os testes aplicados estavam de acordo com o tipo de avaliação trabalhado pelos professores), as atividades realizadas com medidas manuais apresentaram um resultado mais significativo para o aprendizado de construção e interpretação de gráficos do que as atividades mediadas por medidores automáticos. Nas atividades com medidores manuais, os estudantes puderam visualizar e atuar sobre um experimento comum às discussões de classe. Os estudantes passam a ter certa vivência concreta com aquele tipo de atividade. Em que pese a crítica pertinente a atividades

de laboratório que cumprem principalmente o papel de complemento das aulas teóricas, esse foi o resultado encontrado em relação às atividades com medidores manuais, a partir dos sentidos que os estudantes atribuíram às vivências nos dois ambientes de aprendizagem. Entendemos que BAKHTIN (1999) nos ajuda a compreender esse resultado, o que não dispensa a busca por mudanças.

Observamos ainda que, conforme descrito nas vantagens do uso do SAATD por Cavalcante e Tavolaro (2000) e por Pontelo (2009), as atividades com medidas automáticas desenvolveram o pensamento crítico e criativo dos estudantes que, conforme o professor regente da turma, tornaram as aulas mais críticas e possibilitaram discussões mais amplas sobre os temas abordados. Vale ressaltar ainda o depoimento positivo de alguns estudantes quanto ao uso das atividades com medidas automáticas em atividades que possuem uma complexidade maior, mesmo indicando a preferência por trabalhar inicialmente com as atividades com medidas manuais.

Quanto a nossa visão dos ambientes, acreditamos que, por privilegiar aprendizagens diferentes, cada ambiente deve ser utilizado com um propósito claro e bem definido. No ambiente mediado por medidores manuais, embora ele tenha mostrado indícios que parecem privilegiar a sistematização conceitual mais sólida, ele expressa um tipo de adequação às chamadas 'aulas teóricas' que diminuem as possibilidades de aprendizagem nesse ambiente e conduzem a uma possível visão distorcida da atividade científica.

A consideração que fazemos é que o ambiente mediado por medidores automáticos auxilia sim no aprendizado, mas não no aprendizado que o modelo atual de escola tem avaliado. Podemos dizer que o ambiente mediado por medidores automáticos pode proporcionar aos estudantes oportunidades de aprendizado ao tratar uma quantidade muito grande de dados, utilizar uma planilha eletrônica, observar a influência na mudança nas configurações das informações captadas por um sensor em tempo real, avaliar suposições sobre a influência de certas variáveis que não estavam em discussão na atividade, perceber que pequenas variações nas medidas estão diretamente relacionadas com o tipo de medidor utilizado. Essas contribuições vão muito além de somente possibilitar aos estudantes memorizar um conjunto de equações ou passos para realizar uma operação específica, essas contribuições vão no sentido de um ensino mais amplo, em que a busca pelo conhecimento, problematizando os fenômenos a nossa volta e buscando soluções lógicas, seja mais importante do que saber resolver problemas para a próxima aula. Conforme a discussão de Borges (2002):

Pelo fato de serem interativos e por ligarem experiências concretas de coleta de dados com a representação simbólica deles em tempo real, os laboratórios baseados em computadores deixam mais tempo para os estudantes se dedicarem a atividades mais centrais para o pensamento crítico, para a solução de problemas e monitoramento de suas ações e pensamento, para modelar soluções e testá-las na prática, em lugar de apenas responderem as questões levantadas pelo professor. (p. 310)

Ou seja, um modelo de escola que prioriza a formação de pessoas mais críticas, com maior controle de suas ações no sentido de potencializar cada ação para a solução dos problemas que forem apresentados a elas.

## Referências

AGRELLO, D. A.; GARG, R. Compreensão de gráficos de Cinemática em Física Introdutória. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 21. p. 103-115, 1999.

AGUIAR, C. E.; LAUDARES, F. Aquisição de dados usando Logo e a Porta de Jogos do PC. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 23, n. 4, 2001.

ALVAREZ, A.; DEL RÍO, P. Educação e desenvolvimento. In: COLL, C.; PALACIOS, J.; MARCHESI, A. *Desenvolvimento psicológico e educação*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993. p. 79-104.

ANDRÉ, M. E. *Etnografia da prática escolar*. 3 ed. Campinas: Papirus, 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, 2004.

BAKHTIN, M. *Marxismo e filosofia da linguagem: problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem*. Trad. M. Lahud; Y. F. Vieira. 3 ed. São Paulo: Editora Hucitec, 1986.

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. Projete você mesmo experimentos assistidos por computador: construindo sensores e analisando dados. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 22, n. 3, 2000b.

CAVALCANTE, M. A.; TAVOLARO, C. R. 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.

FIGUEIRA, J. S.; VEIT, E. A.. Usando o Excel para medidas de intervalo de tempo no laboratório de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 26, n. 3, 2004.

GATTI, B. A. *Grupo Focal na pesquisa em Ciências Sociais e Humanas*. Brasília: Líber Livro, 2005.

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

KARRER, M. Transformações lineares: a problemática das tarefas que têm o gráfico como registro de partida. ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 9., 2007, Belo Horizonte. Anais.

MONTEIRO, C. E. Interpretação de gráficos: atividade social e conteúdo de ensino. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 1999, Caxambu. Anais.

PONTELO, I. *Sistemas automáticos de aquisição e tratamento de dados em atividades práticas de Física: Um estudo de dois casos na Iniciação Científica Júnior*. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação Tecnológica) - CEFET-MG, Belo Horizonte.

SANTOS, A. R.; MOREIRA, A. F.; ROSA, R. H. Desenvolvimento de habilidades de construção e interpretação de gráficos em atividades práticas com aquisição automática de dados. III SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA E SOCIEDADE: DESAFIOS PARA A TRANSFORMAÇÃO SOCIAL, 3., 2009, Curitiba. Anais. CDROM.

VIGOTSKI, L. S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. 7 ed. Trad. José Cipolla Neto, et al. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

WERTSCH, J. V. *La mente en acción*. 1 ed. Buenos Aires: Oxford University Press, 1999.