

**Carlos Eduardo Porto Villani**

**O Papel das Atividades Experimentais  
na Educação em Ciências:  
Análise da Ontogênese  
dos Dados Empíricos  
nas Práticas Discursivas  
no Laboratório Didático de Física  
do Ensino Superior**

Belo Horizonte  
Faculdade de Educação da UFMG

2007

**Carlos Eduardo Porto Villani**

**O Papel das Atividades Experimentais  
na Educação em Ciências:  
Análise da Ontogênese  
dos Dados Empíricos  
nas Práticas Discursivas  
no Laboratório Didático de Física  
do Ensino Superior**

Tese apresentada ao curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Educação.

Linha de Pesquisa: Educação e Ciências

**Orientadora: Dra. Sylvania Sousa do Nascimento**

Belo Horizonte  
Faculdade de Educação da UFMG

2007

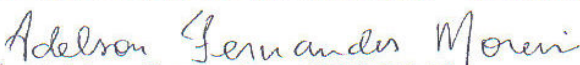
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO: Conhecimento e Inclusão Social

ATA DA 137ª (CENTÉSIMA TRIGÉSIMA SETIMA) DEFESA DE TESE NO COLEGIADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO: Conhecimento e Inclusão Social FAE/UFMG.

Aos vinte e três dias do mês de outubro do ano de dois mil e sete, realizou-se na Faculdade de Educação, uma reunião para apresentação e defesa da tese: "**O papel das Atividades na Educação em Ciências: Análise da Ontogêneses dos Dados Empíricos nas Práticas Discursivas no Laboratório Didático de Física do Ensino Superior**" do aluno **CARLOS EDUARDO PORTO VILLANI**. Requisito final para obtenção do Grau de Doutor em Educação. A banca examinadora foi composta pelos seguintes professores doutores: Sylvania Sousa do Nascimento – Orientadora, Oto Neri Borges, Adelson Fernandes, Dominique Colinvaux e Daisy Moreira Cunha. Os trabalhos iniciaram-se às 14 horas com a síntese da tese feita pelo doutorando. Em seguida, os membros da banca fizeram uma argüição pública ao candidato. Terminadas as argüições, a banca examinadora se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para fazer a avaliação final da defesa da tese apresentada. Em conclusão, a banca examinadora considerou a tese aprovada destacando a relevância do tema e a contribuições para a área.

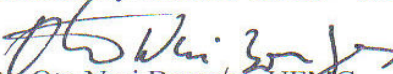
O resultado final foi comunicado a **CARLOS EDUARDO PORTO VILLANI**, concedendo ao aluno o título de Doutor em Educação, devendo encaminhar à Secretaria do Programa a versão final em 05 (cinco) exemplares. Nada mais havendo a tratar, eu, Rosemary da Silva Madeira, Secretária do Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social, lavrei a presente ata que depois de lida e aprovada será por mim assinada e pelos membros da banca examinadora. Belo Horizonte, 23 de outubro de 2007.


  
Prof. Dra. Sylvania Sousa do Nascimento – Orientadora

  
Prof. Dr. Adelson Fernandes – CEFET-MG

  
Prof. Dra. Dominique Colinvaux - UFF

  
Prof. Dra. Daisy Moreira Cunha – UFMG

  
Prof. Dr. Oto Neri Borges – UFMG

  
ROSEMARY DA SILVA MADEIRA  
Secretária do Programa de Pós-graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social - FAE/UFMG

## DEDICATÓRIA:

Dedico esse trabalho aos meus pais, que sempre lutaram, venceram e evoluíram por permanecerem juntos instigando-me a constituir parcerias sem as quais este trabalho não se realizaria.



---

## Agradecimentos

À minha orientadora Silvania, por ser a grande responsável e entusiasta deste trabalho e, acima de tudo, pelos momentos de apoio e amizade durante todos estes anos de uma ótima convivência e parceria.

Ao amigo Rodrigo, com quem pude contar nos momentos mais complicados, pelo incentivo, pelas ricas discussões e pela disposição em ajudar sempre. Valeu mesmo Rodrigo!

Ao corpo docente e discente do Departamento de Física da UFMG pela acolhida e grande colaboração.

Ao Paulo e a sua família, pela compreensão, amizade e paciência.

Aos colegas e aos professores da Faculdade de Educação da UFMG, pelos momentos de alegria e de crescimento pessoal e profissional, proporcionados ao longo de toda a nossa convivência.

Aos amigos Ely, Alfonso, Arjuna e Alexandre pela boa convivência e pelos laços de amizade constituídos.

Aos amigos do futebol, pelos momentos de relaxamento e entretenimento.

Aos meus pais, pela confiança, perseverança e incentivo em todos os momentos da minha vida.

Ao meu irmão, cujo caráter e ideais, me incentivam a ser uma pessoa mais humana.

À Fernanda, pelo amor, apoio e compreensão e por ser a companheira de toda a minha vida!

À toda minha família e amigos, cujos diálogos, apoio e incentivos estão sempre me ajudando a crescer.

## Resumo

Neste trabalho, analisamos as interações discursivas estabelecidas em um laboratório didático de ensino de Física Geral em uma disciplina oferecida no primeiro ano de ensino superior. A análise tem por base a perspectiva sociocultural e incorpora as discussões do papel da linguagem, dos laboratórios didáticos tradicionais e das dinâmicas discursivas na apropriação do conhecimento científico escolar.

O corpus da pesquisa é constituído de 24 horas de registro em vídeo e 16 horas de registro em áudio de duplas de alunos no decorrer da disciplina “Introdução à Física Experimental” realizada ao longo do segundo semestre letivo do ano 2004. Compõem ainda o material de análise o caderno de campo, que acompanhou a observação, uma entrevista com o responsável pela disciplina e algumas produções escritas dos alunos tais como os relatórios das aulas e as avaliações realizadas. A estrutura analítica das dinâmicas discursivas das interações dialogais (Villani, 2002) foi aperfeiçoada e aplicada em 10 aulas do curso, permitindo identificar um elemento discursivo central na prática das ciências experimentais: o dado empírico. Neste caso, o estudo dessas dinâmicas discursivas favoreceu a compreensão do processo dialógico de apropriação de conhecimentos físicos pelos alunos, do momento em que eles se posicionam diante de um procedimento prescrito no roteiro da atividade, até o estabelecimento de uma conclusão final para a atividade realizada.

Nosso trabalho permite sugerir a possibilidade de investigar uma ontogênese das formas de compreensão dos significados associados ao dado empírico. Nesse sentido enfatizamos a forma de entendimento atribuída ao dado empírico como um elemento crucial para o estabelecimento de um papel mais relevante para o laboratório didático tradicional de bancadas na educação em ciências. Consideramos que esse papel seja favorecer situações de confrontação do experimento realizado, a partir do estabelecimento de um julgamento

sobre a obtenção desse elemento, sem o qual, as medidas registradas pelos alunos são meros resultados sem significado contextual. Os resultados deste trabalho têm, portanto, implicações para a formação de professores de Física e para a organização de roteiros estruturados para o laboratório didático tradicional.

**Palavras-chave:** Linguagem; Interações Discursivas; Laboratório Didático; Ensino Superior; Dado Empírico.

## **Abstract**

In this research, we analyze the discursive interactions established in a didactic laboratory for the teaching of General Physics in a discipline offered in the first year of a graduation course. The analysis takes the socio-cultural perspective and incorporates the discussions concerning the roles of language, the traditional didactic laboratories and the discursive dynamics in appropriation of academic scientific knowledge.

The research corpus is constituted of 24 hours of video register and of 16 hours of audio register of students in pairs during the discipline 'Introduction to Experimental Physics' ministered during the second semester of 2004. It is also part of the analysis material the field notebook, which accompanied the observation, an interview with the person responsible for the discipline and some written material from students such as class reports and accomplished tests. The analytical structure of the discursive dynamics in dialogue interactions (Villani, 2002) has been improved and applied in 10 classes of the course allowing the identification of a central discursive element in experimental science practices: the empirical data. In this case, the study of these discursive dynamics has favored the understanding of the dialogical process of gathering physical knowledge by students from the moment they face a prescript procedure in the activity guide-book, to the establishment of a final conclusion for the accomplished task.

Our study allows us to suggest the possibility of investigating an ontogenesis of the understanding ways of the meanings associated with the empirical data. In this sense we emphasize the ways of understanding attributed to the empirical data as a crucial element for the establishment of a more relevant role for the traditional workbench didactic laboratory in the education of science. We consider this role to favor situations in which there is the confrontation of the accomplished experiment, from the establishment of a judgment about the gaining of this element, without which the registered measures by students are mere

results without any contextual meanings. This research results have, therefore, implications for the education of Physics teachers and for the organization of structured guides for the didactic traditional laboratory.

**Key words:** Language; Discursive Interactions; Didactic Laboratory; Tertiary Education; Empirical Data.

## Lista de Figuras

Figura 01: Esquema clássico para o estudo das funções psicológicas elementares .....	53
Figura 02: Esquema proposto por Vygotsky para o estudo das funções psicológicas superiores.....	54
Figura 03: Esquema da Estrutura da atividade humana. ....	71
Figura 04: O sistema completo da atividade .....	72
Figura 05: As contradições do sistema de atividade.....	74
Figura 06: Trecho do quadro de narrativas.....	84
Figura 07: Cabeçalho com as colunas dos quadros de narrativas das ações .....	84
Figura 08: Tela de trabalho do software Transana 1.24 .....	85
Figura 09: O modelo empírico desenvolvido .....	88
Figura 10: Layout do laboratório observado .....	92
Figura 11: O dado empírico como elemento para confrontação crítica dos procedimentos da atividade .....	120

# Sumário

Apresentação .....	12
1 - Introdução.....	16
1.2 – A construção da pesquisa .....	18
1.2.1 – Um novo desafio para a educação em ciências .....	19
1.2.2 – As atividades experimentais tradicionais de bancadas na educação científica .....	24
1.2.2.1 - A polêmica sobre as atividades experimentais tradicionais de bancadas.....	27
1.2.2.2 - O laboratório científico e a prática das ciências experimentais .....	31
1.2.2.3 - O processo de ensino e aprendizagem de ciências e as atividades experimentais tradicionais de bancadas.....	34
1.2.3 - Explicitação da tese .....	40
2 – Considerações Teóricas .....	41
2.1- Os papéis da linguagem no processo ensino e aprendizagem de Ciências .....	43
2.1.1 - A linguagem como instrumento de mediação .....	44
2.1.2- A linguagem científica como objeto de aprendizagem .....	47
2.1.3 – Os elementos discursivos centrais da estrutura analítica das interações dialogais.....	48
2.2 – A Teoria da Atividade .....	50
2.2.1 – Os alicerces da Teoria da Atividade .....	52
2.2.2 – O desenvolvimento do psiquismo animal e os fundamentos da Teoria da Atividade .....	57
2.2.3 - A estrutura da atividade humana .....	67
3 – Objetivos e métodos de pesquisa.....	76
3.1 – A metodologia de coleta de dados.....	78



3.2 – A metodologia de análise dos dados .....	83
4 – Resultados.....	87
4.1 - O contexto investigado .....	89
4.1.1 - O contexto geral da disciplina.....	89
4.1.2 - O contexto das aulas observadas.....	92
4.1.3 – A experiência 1 – Princípio de Arquimedes: determinação da densidade de um líquido.....	95
4.1.4 - Os procedimentos prescritos e os desdobramentos das ações observadas .....	97
4.2 – Apresentação dos resultados .....	99
4.2.1 – Análise da execução do procedimento 2 .....	100
5 – Considerações finais.....	121
6 - Referências bibliográficas.....	128
Anexos.....	132

## **Apresentação**

Este trabalho representa a continuidade de minha trajetória profissional que iniciei, em 1994, ainda estudante, quando me envolvi pela primeira vez em um projeto de desenvolvimento de atividades didáticas visando o aperfeiçoamento dos processos de ensino e aprendizagem de Física.

O projeto em questão buscava identificar as atividades que dificultavam o estabelecimento de relações entre os conceitos físicos apresentados nas aulas teóricas e as atividades experimentais desenvolvidas no laboratório didático, para em seguida modificá-las ou propor novas atividades mais adaptadas para promover um ensino experimental “mais adequado” para os alunos de graduação. Nesse projeto, o contato direto com os alunos mostrou uma enorme diferença entre “o que se achava que os alunos deveriam aprender” e as conclusões que eles formulavam para as atividades desenvolvidas. De uma forma bastante intuitiva, dediquei-me basicamente a investigar, adaptar e montar novas atividades experimentais que buscavam aproximar o tipo de atividade experimental aos conceitos vistos nas aulas teóricas. Até esse momento, minha crença era de que uma prática “bem adaptada” ao conteúdo, feita com “bom controle de dados”, levaria certamente as pessoas a aprender com maior facilidade os conceitos da física.

Posteriormente, em 1996, ainda estudante de graduação, eu iniciei minha carreira docente na Escola Estadual Ana de Carvalho Silveira. Nesta escola, eu preparava as aulas, preocupado em explicar os conteúdos da física da forma mais “apropriada” possível, buscando destacar os aspectos teóricos e experimentais desta ciência. O conteúdo teórico das aulas era “passado no quadro”, pois muitos alunos não possuíam o livro didático de Física. As atividades experimentais eram planejadas com materiais alternativos de baixo custo, uma vez que a escola não possuía um laboratório didático com equipamentos

permanentes para o uso dos professores e alunos da disciplina. Parte dos alunos, mesmo possuindo o livro didático, copiava assiduamente as anotações do quadro. De acordo com eles, o livro didático era muito complicado e os deixavam confusos.

Estes relatos levaram-me a crer que as dificuldades de aprendizagem dos conceitos da física estariam associadas fundamentalmente à linguagem “estranha e difícil” dos livros didáticos e dos professores de Física. Desta forma, um “bom livro didático” seria aquele no qual os conteúdos da disciplina fossem escritos em uma linguagem simples e acessível aos alunos. Da mesma forma, o trabalho de um “bom professor” de Física seria semelhante ao de um decodificador, capaz de adaptar os conteúdos “científicos” dos livros textos de Física a uma linguagem mais acessível aos alunos.

Aprofundando meu conhecimento sobre as linguagens, percebi que um “bom professor” tem uma tarefa mais árdua que codificar e decodificar a linguagem científica. Posteriormente, dois grandes temas pertinentes à pesquisa em Ensino de Ciências começaram a me inquietar: as linguagens e o laboratório didático.

Tive muitas oportunidades de me envolver em projetos de pesquisa e ensino de física em instituições públicas e privadas. Investi tempo em conhecer de perto o processo de produção de uma aula de laboratório, ou seja, a escolha de um tema, a seleção e a preparação dos materiais e de um roteiro para a atividade, o teste da atividade experimental idealizada, a montagem da atividade nas bancadas e, finalmente, a execução da aula no laboratório. O enorme tempo dedicado a estas tarefas, intuitivamente, parecia ser sempre compensado durante a realização das atividades experimentais. Contudo, eu sempre sentia uma certa angústia por saber que grande parte dos alunos não estavam realmente envolvidos em uma situação de produção de conhecimento.

O trabalho de dissertação remontou essa trajetória pessoal, de transformação de inquietações e interesses individuais em um problema de pesquisa. O início do processo de reflexão sobre estas inquietações foi marcado por muitas mudanças cíclicas de avanços e

retrocessos. Esse processo de reflexão culminou com a definição do estudo sobre a relação entre linguagem, laboratório científico, laboratório didático e a apropriação do conhecimento em ambientes escolares de ensino e aprendizagem de ciências. Neste processo, procurei aspectos de interesse de pesquisa capazes de estimular e construir uma parceria. A unidade comum necessária à realização da dissertação, meu primeiro trabalho aprofundado de pesquisa, foi investigar a dimensão discursiva argumentativa do processo de construção e apropriação de conhecimentos no laboratório didático de física do ensino médio.

A pesquisa desenvolvida forneceu instrumentos pertinentes para analisar aspectos discursivos do processo de ensino e aprendizagem preservando, em grande parte, sua complexidade intrínseca.

Os registros em áudio e vídeo forneceram uma grande quantidade de possibilidades de análise, poucas ainda exploradas. Construimos vários instrumentos para elaborar níveis de transcrições, muitos deles utilizados em trabalhos posteriores, principalmente com o domínio de novas tecnologias digitais, sobre as mudanças do espaço sócio-interativo e as formas de interação dos alunos e da professora no laboratório didático observado. Concluimos no trabalho de mestrado que o laboratório didático garante o discurso dos alunos com o dado empírico que determina modos específicos de associação dos objetos de troca discursiva, aumentando a probabilidade de os alunos estabelecerem relações entre os conceitos científicos e os fenômenos observados no laboratório.

A utilização coordenada dos modelos sobre a argumentação levou a proposta de uma estrutura analítica, a qual foi ampliada e trabalhada no contexto desta tese, que visa a identificação, caracterização e explicação da enunciação dos alunos em situações de ensino de ciências. Assim, na seqüência de pesquisa buscamos uma situação de laboratório didático em que pudessemos perseguir nossa inquietação sobre a relação entre as linguagens e a atividade experimental.

Este trabalho apresenta de forma sintética, em cinco capítulos, a aplicação da estrutura analítica desenvolvida. Por se tratar de uma pesquisa de cunho etnográfico, optamos por apresentar diretamente as discussões dos resultados sem descrever todos os meandros do procedimento de construção da estrutura. Assim, no capítulo 1 contextualizamos a pesquisa sobre o laboratório didático e suas fronteiras com as linguagens e discursos. Buscamos esclarecer nossas escolhas relativas à construção de um referencial teórico (capítulo 2) e da metodologia de coleta e análise de dados desta pesquisa (capítulo 3). No capítulo 2, pontuamos em nossas considerações teóricas somente as grandes referências tomadas para elaboração da pesquisa, em especial a Teoria da Atividade, novo quadro teórico que aplicamos para ampliação da perspectiva iniciada no mestrado. No capítulo 3 apresentamos os principais aspectos da metodologia aplicada e no capítulo 4 discutimos em uma aula selecionada a aplicação da estrutura analítica. Finalmente concluímos nosso trabalho, no capítulo 5, discorrendo sobre os limites e possibilidades de aplicação de nossa proposta e suas implicações para o ensino de Física.

## 1 - Introdução

Ingressei no curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação, Conhecimento e Inclusão Social em Educação da Faculdade de Educação (FaE) da Universidade Federal de Minas Gerais, no mês de março do ano de 2003, após ter concluído o curso de Mestrado em Educação, em dezembro do ano de 2002 nesta mesma instituição. O projeto de pesquisa apresentado ao programa de Doutorado, como requisito para meu ingresso, possuía o seguinte título: As práticas discursivas de alunos no laboratório didático do ensino superior.

Por se tratar de um projeto de pesquisa que envolve seres humanos, em março de 2004 (completado um ano de curso) foi encaminhado ao colegiado do Programa de Pós Graduação da FaE, como requisito de uma das etapas do curso de Doutorado, o projeto reformulado já escrito no protocolo formal do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (COEP)<sup>1</sup>. Após a aprovação do projeto reformulado no mês de agosto de 2004 protocolamos os formulários em 31 de agosto de 2004 no COEP, entretanto, optamos por iniciar a coleta dos dados em 24/08/2004 visando poder acompanhar as aulas da disciplina “Introdução à Física Experimental” a partir da realização da primeira atividade experimental apenas com a aprovação do projeto pelo colegiado de Pós-graduação da Faculdade de Educação e no colegiado de graduação do curso de Física do ICEx-UFMG.

O COEP aprovou no dia 10 de agosto de 2005, depois de atendidas as solicitações de diligência, o projeto cujo título reformulado é “O papel das atividades experimentais na Educação em Ciências: análise da ontogênese dos dados empíricos nas práticas discursivas de alunos no Laboratório Didático de Física do Ensino Superior” bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do projeto.

---

<sup>1</sup> Projeto de pesquisa aprovado pelo Comitê de Ética da UFMG em 10 de Agosto de 2005 – Parecer n°. ETIC 412/2004

Ao longo de todo esse período de trâmite dos processos, o projeto avançou, amadurecendo suas questões de pesquisa a partir do aprofundamento teórico sobre as questões de ensino de ciências a discussão de parte da problematização em curso em eventos da área<sup>2</sup>. As discussões do projeto que se desenvolveu ao longo desses anos integraram um projeto maior financiado pelo CNPq<sup>3</sup> e obteve como produto a publicação de dois artigos<sup>4</sup>.

---

<sup>2</sup> VILLANI, C. E. P., NASCIMENTO, S. S. As práticas discursivas argumentativas de alunos e a apropriação do conhecimento científico escolar no laboratório didático de física. In: II Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição: reflexões para o ensino, 2003, Belo Horizonte MG. Anais do II Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição: reflexões para o ensino. , 2003. v.1. p.1 – 15 e VILLANI, C. E. P., NASCIMENTO, S. S. Os dados Empíricos e a Produção de Significados no Laboratório Didático de Física In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2003, Bauru – SP. Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2003.

<sup>3</sup> Projeto N° 305092/2004-9 cujas metas foram: 1 – constituir um banco de dados digitalizados contendo material empírico que possa ser usado no desenvolvimento de trabalhos de iniciação científica e mestrado de alunos atuais e futuros de nosso grupo de pesquisa; 2 – estudar como as práticas discursivas favorecem ou dificultam a construção de significados científicos para o mundo empírico e estudar as funções de calculabilidade, registro e comunicabilidade dos diferentes sistemas semióticos - linguagens sociais, imagens, diagramas, gráficos - utilizados nas situações investigadas.

<sup>4</sup> NASCIMENTO, S. S., VILLANI, C. E. P. Le rôle des travaux pratiques de physique: données empiriques et construction de signifiés dans la pratique discursive argumentative des élèves au lycée. ASTER - Recherches en didactique des sciences expérimentales. Paris - França: , v.38, n.2, p.185 - 209, 2004. e VILLANI, C. E. P., NASCIMENTO, S. S. Argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio. Investigações em Ensino de Ciências. Porto Alegre - RS: , v.8, n.3, 2003.



## **1.2 – A construção da pesquisa**

No verbete “EDUCAÇÃO”, no Dicionário de Filosofia Tomo II, J. Ferrater Mora apresenta dois grupos nos quais podem ser divididos os problemas deste campo de conhecimentos: os problemas gerais e os técnicos. Para ele, os “problemas gerais são, na maior parte dos casos, problemas de sentido e exigem uma reflexão sobre os diversos fins a que o processo educacional visa” (MORA, J. F. 2001 p. 799). Já os problemas técnicos “são problemas de procedimento e requerem o conhecimento das situações concretas e dos meios que podem ser empregados tendo-as em vista” (MORA, J. F. 2001 p. 798-799). O autor também destaca que esses grupos implicam-se mutuamente, uma vez que, os procedimentos utilizados dependem dos fins gerais, e estes, por sua vez, são fortemente influenciados, entre outras coisas, pelos métodos empregados.

Entretanto, a separação dos problemas da educação, nesses dois grupos, acarreta conseqüências de ordem metodológica. De fato, a natureza de cada um destes dois grupos de problemas requer abordagens investigativas distintas. Por um lado, os problemas gerais interessam majoritariamente aos filósofos que procuram estabelecer os fins da educação a partir do emprego de métodos racionais. Por outro lado, os problemas técnicos interessam particularmente aos investigadores que estudam os processos de ensino e aprendizagem que ocorrem em ambientes formais e não-formais. Estes problemas podem, portanto, ser tratados empiricamente com metodologia científica.

Os resultados das investigações deste segundo grupo de problemas possuem implicações na didática das diversas disciplinas e podem fornecer parâmetros para a confecção de novos recursos, novos métodos e novas técnicas de ensino em consonância com os objetivos gerais estabelecidos para a educação. Neste trabalho,

aborda-se um problema técnico específico da educação em ciências<sup>5</sup> que está associado a um problema geral mais amplo: a necessidade cada vez maior que os sujeitos egressos do processo de educação formal enfrentam de adaptarem-se às constantes transformações sociais, científicas e tecnológicas vivenciadas na sociedade contemporânea.

No presente capítulo contextualiza-se o problema de pesquisa no campo geral da educação e enunciam-se os pressupostos teóricos que alicerçam a tese e que guiam a presente investigação. A tese proposta parte da suposição que existe um papel específico desempenhado pelas atividades experimentais tradicionais de bancadas na educação em ciências.

Desta forma, no item 1.2.1, apresenta-se o contexto geral no qual se inserem os diversos problemas técnicos da educação em ciências e explicita-se uma nova orientação para as pesquisas que investigam tais problemas. No item 1.2.2 fazemos uma reflexão sobre um tipo de atividade específica da educação em ciências: as atividades experimentais didáticas. Nesse item apresentamos em três sub-itens a problemática associada a tais atividades e explicitamos a necessidade de investigar se existe, de fato, um papel mais relevante que as atividades experimentais tradicionais de bancadas deveriam desempenhar na educação em ciências. Finalmente, no item 1.2.3 explicitamos a tese que irá guiar a presente pesquisa.

### **1.2.1 – Um novo desafio para a educação em ciências**

Esta pesquisa insere-se em um novo quadro de investigações que se delineia cada vez mais nítido em nível mundial. Esse quadro tem como principal característica o reconhecimento da educação em ciências como um componente da educação geral, e não

---

<sup>5</sup> Vamos reservar o termo ciências (com letra minúscula) para nos referirmos a um campo específico de conhecimentos: as ciências naturais (química, física e biologia). Já o termo Ciências (com letra maiúscula) será utilizado para nos referirmos as diferentes disciplinas “científicas”, ou seja, as disciplinas associadas às ciências naturais que são ensinadas nas universidades e nas escolas de ensino médio (Química, Física e Biologia).

como um campo de estudos independente dessa área. A idéia chave é que as habilidades específicas da educação em ciências devem ser transferidas, tanto para contextos científicos e tecnológicos, quanto para outros contextos associados com a vida cotidiana e profissional dos estudantes (Angotti & Auth, 2001).

Entretanto, os conhecimentos trazidos pela educação em ciências parecem estar cada vez mais distantes da realidade dos estudantes, fazendo cada vez menos sentido para eles. Se por um lado constata-se que a ciência e a tecnologia evoluem em uma velocidade crescente, por outro, o conhecimento adquirido pela maior parte dos estudantes não parece auxiliá-los no sentido de atender as novas demandas advindas desse processo de transformações. Como resultado, o déficit entre o que os estudantes aprendem e aquilo que a sociedade espera que eles sejam capazes de fazer é cada vez maior.

*O ensino tradicional de ciências, da escola primária aos cursos de graduação, tem se mostrado pouco eficaz, seja do ponto de vista dos estudantes e professores, quanto das expectativas da sociedade. Esta situação não é privilégio das ciências, mas se estende a outras áreas de conhecimento, como indicam os resultados conseguidos por grupos de estudantes brasileiros nas avaliações nacionais e no recente projeto PISA (OCDE, 2001). A escola tem sido criticada pela baixa qualidade de seu ensino, por sua incapacidade em preparar os estudantes para ingressar no mercado de trabalho ou na universidade, por não cumprir adequadamente seu papel de formação das crianças e adolescentes, e pelo fato de que o conhecimento que os estudantes exibem ao deixar a escola é fragmentado e de aplicação limitada. Tampouco a escola conseguiu fazer dos mesmos pessoas acostumadas a tomar decisões, a avaliar alternativas de ação de maneira crítica e independente e a trabalhar em cooperação (Borges, 2002: 292-293).*

Assim, observa-se uma insatisfação crescente em toda a sociedade no que diz respeito à eficiência do ensino de ciências tradicionalmente praticado. A necessidade e a urgência de se aumentar a efetividade dos processos de ensino e de aprendizagem de ciências está, portanto, na “ordem do dia” e a educação formal deve ser repensada em termos de uma nova orientação geral.

Freire (2006) aponta que a educação, pela qual a sociedade contemporânea clama, só se justifica na medida em que ela consegue desenvolver uma atitude progressista nos sujeitos envolvidos nos processos educativos. De acordo com esse autor, é necessário ensinar e aprender a “pensar certo” o que exige a formação de estruturas teóricas sólidas e o desenvolvimento de um raciocínio crítico. Tal objetivo deve estender-se principalmente após o processo de educação formal, pois, só assim, os estudantes poderão permanecer atualizados em seu próprio tempo, podendo responder, de forma responsável, pelas conseqüências de suas ações e escolhas no desenrolar de suas vidas.

Nesse sentido, pode-se dizer que a educação não se inicia e muito menos pode se considerar encerrada ao final do processo de escolarização formal no ensino fundamental, médio ou superior. O ensino formal adequado à sociedade contemporânea é aquele capaz de desenvolver a capacidade de “aprender a aprender”. É aquele que ensina a “pensar certo”, ou seja, a refletir as novas informações criticamente a partir de uma estrutura teórica específica para “fazer certo”. O fazer certo, para Paulo Freire é aplicar uma estrutura teórica em um contexto específico próprio.

As rápidas transformações observadas em todos os setores econômicos da sociedade inviabilizam uma educação voltada exclusivamente para a aprendizagem de conteúdos e técnicas imutáveis e permanentes, características freqüentemente associadas ao ensino tradicional de ciências. No mundo contemporâneo, tais inovações possuem uma velocidade muito superior à velocidade com que a escola e a universidade podem absorver e adequar seus currículos aos novos conhecimentos científicos e tecnológicos gerados. O conhecimento de conteúdos escolares estritamente fixados ou de técnicas especializadas é, na verdade, insuficiente para a formação do cidadão do século XXI, pois estarão sempre defasados do seu próprio tempo.

No mundo do trabalho, os critérios de seleção estabelecidos por grandes empresas para se buscar recursos humanos têm, cada vez mais, se concentrado na procura por

profissionais críticos e versáteis, com sólida formação geral e grande capacidade de resolução de problemas. O ensino de novos conteúdos e novas técnicas específicas é hoje uma função notória das próprias empresas<sup>6</sup>. O mercado profissional parece reconhecer que não é mais possível preparar satisfatoriamente, nas escolas ou nas universidades, um profissional que detenha toda a informação de sua profissão e saiba executar todas as funções técnicas específicas demandadas por ela. É necessário preparar um profissional que seja capaz de aprender e “filtrar” criticamente as diferentes informações e técnicas disponíveis, para desempenhar novas funções em pouco tempo. Na sociedade contemporânea, uma educação cuja única finalidade seja produzir sujeitos com um alto grau de informações ou conhecimentos, é insuficiente e, portanto, toda proposta curricular voltada exclusivamente para esse fim é infrutífera e equivocada. A expectativa é que a educação formal seja capaz de preparar os estudantes para um mundo em constante processo de transformação.

*Sostengo que hacer énfasis fundamentalmente en los conceptos – el contenido de la ciencia si se quiere - es una perspectiva equivocada para el diseño de ambientes de aprendizaje de ciencias. En su lugar, el énfasis fundamental debería estar sobre el desarrollo de instrumentos, criterios, modelos y reglas que los estudiantes puedan usar para investigar, evaluar, y específicamente valorar os enunciados científicos (Duschl, 1998: 4).*

A orientação dada pelos pesquisadores da área de educação em ciências, visando a superação do problema enunciado, é modificar o foco dos processos de ensino e de aprendizagem de ciências.

---

<sup>6</sup> Como exemplo desse comportamento pode-se citar a PETROBRÁS, empresa brasileira estatal de sucesso no mercado internacional. Nessa empresa são realizados periodicamente concursos públicos que visam a seleção de profissionais com nível superior de escolaridade. Os profissionais aprovados em tais concursos são contratados pela empresa e recebem um treinamento específico por um período de um ano. Durante este tempo eles realizam um curso de capacitação para desempenhar suas futuras funções na empresa. A PETROBRÁS procura, portanto, profissionais capacitados a aprender em pouco tempo novos conhecimentos e técnicas associadas a funções altamente especializadas.

Tradicionalmente o holofote<sup>7</sup> da educação em ciências repousa sobre a apropriação de conteúdos científicos escolares estritamente fixados. A nova proposta é deslocar este holofote para iluminar a formação científica geral dos estudantes.

Séré (2002) aponta que aprender ciências é um processo complexo no qual espera-se que os estudantes obtenham êxito em duas dimensões: “compreender ciências” e “fazer ciências”. A primeira dimensão está relacionada com operações de apropriação de informações e conhecimentos, que nesse trabalho denominamos “conteúdos científicos escolares”. Já a segunda encontra-se associada à ação e a realização e, portanto, implica a apreciação e a avaliação de informações, iniciativas de investigação de problemas, tomadas de decisões, e também a formação de juízos sobre a validade das teorias e resultados experimentais das ciências. Essa segunda dimensão está, portanto, relacionada com os aspectos processuais da atividade científica.

Para Séré é necessário reconhecer que estas dimensões (compreender ciências e fazer ciências) possuem uma parte em comum e que elas complementam-se mutuamente. Assim, torna-se imprescindível introduzir eficazmente o “fazer ciências” nos currículos, principalmente do ensino universitário e, para isso, a autora destaca o potencial das atividades experimentais didáticas como um importante instrumento de ensino.

Entretanto, se por um lado é consensual entre os pesquisadores o valor das atividades experimentais para promover a aprendizagem de destrezas manuais e técnicas de utilização de instrumentação específica, por outro, a efetividade destas atividades para se promover a integração das dimensões teórica e prática das ciências ainda é um objeto de controvérsias. Neste sentido torna-se necessário refletir sobre as características específicas

---

<sup>7</sup> Popper (1999) utiliza uma metáfora para explicar seu ponto de vista a respeito dos alvos e das metas das ciências naturais. O autor contrapõe duas concepções: a teoria do “balde” e a teoria do “holofote”. A primeira teoria supõe que o conhecimento científico consiste de percepções acumuladas (empirismo ingênuo). A teoria do holofote (alternativa à primeira concepção) supõe que o conhecimento científico provém de hipóteses que iluminam um horizonte conceitual a partir do qual podemos fazer observações de fenômenos.

das atividades experimentais que possam favorecer a integração das dimensões da compreensão e da ação na educação em ciências.

Consideramos que as atividades experimentais de bancadas constituem, de fato, uma situação favorável para se estabelecer vínculos entre as dimensões teóricas e empíricas intrínsecas aos processos de ensino e de aprendizagem de ciências. Entretanto, para que isto se efetive, é necessário reorientar o objetivo destas atividades enfatizando-se o desenvolvimento de um aspecto fundamental da atividade científica em consonância com os novos pressupostos da educação geral: o pensamento crítico.

De acordo com Popper (1999), um dos principais aspectos da atividade científica é o pensamento crítico. Para esse autor, o papel fundamental das observações e dos testes experimentais é fornecer parâmetros que permitam evidenciar que as teorias científicas são “falseáveis”, ou seja, refutáveis e, assim, estimular os cientistas a melhorá-las. Para Popper, o conhecimento científico é um conhecimento objetivo e conjectural e não um conhecimento dogmático. De fato, um importante aspecto do desenvolvimento da atividade científica é o desenvolvimento de uma forma de habilidade moral de estabelecer critérios de julgamento dos dados e criar um procedimento de comunicação científica.

Desta forma, consideramos que as diferentes disciplinas de Ciências devam estabelecer situações didáticas com o objetivo de desenvolver nos alunos o pensamento crítico de forma a permitir que os estudantes possam aplicar os produtos da ciência em diferentes contextos escolares ou cotidianos.

### **1.2.2 – As atividades experimentais tradicionais de bancadas na educação científica**

A necessidade de incluir as atividades experimentais na educação científica foi colocada há aproximadamente trezentos anos, por John Locke. A partir do final do século XIX, elas passaram a constituir parte integrante do currículo de Ciências inicialmente na



Inglaterra e nos Estados Unidos (Barberá & Valdés, 1996). Posteriormente, elas também foram incluídas nos currículos de vários outros países do mundo, incluindo o Brasil, mesmo que em escala considerada, ainda nos dias de hoje, como insuficiente, principalmente no ensino fundamental e médio.

De acordo com Izquierdo et al (1999), desde quando as ciências começaram a ser ensinadas nas universidades e nas escolas de ensino médio, houve uma diferenciação clara entre o ensino teórico e o ensino prático. Simultaneamente, observou-se uma supervalorização do ensino teórico com relação ao ensino prático, o que ocasionou nos estudantes uma série de dificuldades em relação a aplicação dos conhecimentos científicos. Para esses autores, os estudantes aprendiam a falar sobre os conteúdos científicos abordados nas aulas, mas não conseguiam aplicar os conhecimentos adquiridos<sup>8</sup>.

Em resposta a estas dificuldades, alguns professores procuraram converter seus laboratórios em um tipo de aula onde os alunos desenvolviam atividades práticas<sup>9</sup>. Nessas atividades buscava-se reproduzir as características fundamentais dos experimentos científicos. A idéia subjacente a esta iniciativa era que os estudantes somente poderiam compreender as ciências se eles mesmos pudessem vivenciar as situações experimentais que ajudaram os próprios cientistas a construir suas idéias (DeBoer, 1991).

De forma esquemática, as atividades experimentais são freqüentemente categorizadas em dois grandes grupos: atividades experimentais de demonstração e atividades experimentais de bancadas.

---

<sup>8</sup> Izquierdo et al (1999) destacam que este problema persiste ainda nos dias atuais “Pensamos que continuamos con el problema de que gran parte de los alumnos no saben aplicar los conocimientos de ciencias y «saber y no saber aplicar es no saber»” (Izquierdo et al, 1999: 45).

<sup>9</sup> De acordo com Izquierdo et al (1999) os primeiros laboratórios didáticos criados foram destinados ao ensino da química. Liebig (1803-1873) instalou um grande laboratório na universidade de Giessen, no qual seus estudantes aprendiam a química praticando, enquanto colaboravam no seu trabalho de investigação. Mas foi E. Frankland quem organizou pela primeira vez experiências de laboratório com o objetivo específico de facilitar a aprendizagem da química no Royal College of Chemistry (1865).

No primeiro grupo, encontram-se as atividades cuja manipulação do material empírico é de responsabilidade exclusiva do professor ou de um instrutor. Esta característica fundamental permite que elas sejam realizadas com grande aceitação dos professores, em diversos ambientes, destacando-se, entre eles, a própria sala de aula.

De acordo com Gaspar e Monteiro (2005), alguns fatores parecem favorecer as atividades experimentais de demonstração. Em primeiro lugar, a possibilidade de serem realizadas com um único equipamento para todos os alunos, sem a necessidade de uma sala de laboratório específica. Em segundo, elas podem ser utilizadas em meio à apresentação teórica, sem quebra de continuidade da abordagem conceitual trabalhada e, finalmente, em terceiro lugar, a motivação ou interesse que essas atividades despertam nos alunos.

No segundo grupo, encontram-se as atividades cuja responsabilidade da manipulação do material empírico é transferida para os alunos, que se organizam em bancadas de trabalho, em díades ou pequenos grupos (Pinho Alves, 2000). Ao professor cabe a tarefa de dispor os recursos considerados necessários para se estudar um determinado fenômeno a partir do uso de instrumentação adequada. Ao contrário das atividades experimentais de demonstração, os professores, em geral, reivindicam que as atividades experimentais de bancadas sejam realizadas em um ambiente específico: o laboratório didático.

Borges (1997) destacou alguns méritos das atividades experimentais de bancadas. Primeiro: a recomendação de se trabalhar em pequenos grupos, o que possibilita ao aluno a oportunidade de interagir com montagens e instrumentos; segundo: o caráter mais informal do laboratório, em contraposição às demais aulas, o que favorece as interações entre os alunos dentro de um grupo de trabalho e ainda com outros grupos; terceiro: a oportunidade de conciliar ensino teórico e experimental, o que institui um ambiente propício e agradável para o processo de aprendizagem de ciências.

### *1.2.2.1 - A polêmica sobre as atividades experimentais tradicionais de bancadas*

O uso de atividades experimentais de demonstração predominou na educação em ciências entre o período que compreende a segunda metade do século XIX e a primeira metade do século XX (Gaspar e Monteiro, 2005)<sup>10</sup>. Em meados do século XX e, principalmente diante das reformas educacionais do pós-guerra e dos Grandes Projetos de Ensino de Ciências<sup>11</sup>, firmou-se uma forte convicção sobre a importância das atividades experimentais de bancadas para se atingir uma série de objetivos educacionais (Pinho Alves, 2000).

Desde então, estabeleceu-se uma forte crença entre o corpo docente e discente, tanto das escolas de ensino médio, quanto da educação superior, segundo a qual vários dos problemas do ensino de ciências poderiam ser resolvidos com a introdução dessas atividades (Hodson, 1988). A principal idéia por trás dessa crença é que o papel das atividades experimentais vai além do que se pode obter escutando as explicações de um professor ou observando demonstrações em um laboratório (Barberá & Valdés, 1996).

Para um número considerável de pesquisadores de todo o mundo, e em particular do Brasil, as atividades experimentais de bancadas constituem um importante objeto de estudo e, de fato, protagonizam inúmeros trabalhos na área de educação em ciências.

---

<sup>10</sup> Gaspar e Monteiro destacam que as atividades de demonstração foram resgatadas após a década de 1970 em função de um movimento influenciado pelas apresentações de atividades desse tipo em museus e centros de ciências.

<sup>11</sup> Os Grandes Projetos de Ensino de Ciências surgiram no contexto da Guerra Fria, quando os governos de diferentes países (principalmente o norte-americano) passaram a considerar as dimensões política e econômica do conhecimento científico. No caso da física, um grupo de professores universitários, auxiliado por profissionais de outras áreas como a psicologia e a comunicação, recebeu do governo vultuosas verbas para desenvolver um sistema que incluía textos, filmes, provas e testes com o objetivo de fomentar a formação científica do jovem americano. O Physical Science Study Committee (PSSC) surgiu nos Estados Unidos, foi traduzido em diversas línguas (inclusive o português) e influenciou projetos semelhantes em vários países do mundo incluindo o Brasil. Uma das características fundamentais tanto dos projetos nacionais (como, por exemplo, o PEF) quanto os projetos estrangeiros (como, por exemplo, o Nuffield na Inglaterra) que sucederam o PSSC, era a grande ênfase no ensino experimental, que deslocava as atividades de demonstração feitas pelo professor, predominantes até então, para atividades de manipulação de materiais empíricos pelos alunos.

De maneira geral, os resultados de investigações empíricas, e também as revisões da literatura dessa área, vêm evidenciando um paradoxo: por um lado, a maior parte das investigações sobre as atividades experimentais de bancadas concluem que os alunos têm obtido pouco ou nenhum benefício, através destas, para atingir os objetivos planejados (Lazarowitz e Tamir, 1994; Hofstein e Lunetta, 1982). Por outro lado, apesar do aparente pessimismo em torno dos resultados das investigações, grande parte dos pesquisadores da área, pais, professores, escolas, e governos seguem apostando seu esforço e capital, convencidos de que as atividades experimentais de bancadas cumprem um papel especial na educação em ciências.

Do debate travado sobre a importância das atividades experimentais para a educação em ciências firmou-se uma opinião, quase consensual, sobre a necessidade de reformular as atividades experimentais de bancadas, caracterizadas nesses estudos como atividades experimentais tradicionais<sup>12</sup>, a partir do desenvolvimento de novas formas para enfocar esse recurso didático. Seguindo essa linha de raciocínio, observou-se em revistas, congressos e encontros de pesquisa de ensino de ciências no Brasil, uma grande tendência de proliferação de novos objetivos, abordagens e novas possibilidades de se enfocar esse recurso didático (Vaz, 1989; Araújo e Abib, 2003).

Entretanto, em um estudo realizado conjuntamente por pesquisadores de seis países europeus (Alemanha, Dinamarca, França, Grã-Bretanha, Grécia e Itália), denominado

---

<sup>12</sup> De acordo com Borges (1997), as atividades experimentais tradicionais são caracterizadas essencialmente pelo fato dos alunos trabalhar em díades ou pequenos grupos, seguindo instruções práticas envolvendo observações e medidas, acerca de fenômenos previamente determinados pelo professor. Os procedimentos experimentais são prescritos em um roteiro altamente estruturado e organizado, cabendo ao aluno reproduzir os passos escritos no guia e chegar aos resultados esperados. O objetivo da atividade prática pode ser o de testar uma lei científica, ilustrar idéias e conceitos aprendidos nas 'aulas teóricas', descobrir ou formular uma lei acerca de um fenômeno específico, 'ver na prática' o que acontece na teoria, ou aprender a utilizar algum instrumento ou técnica de laboratório específica (Borges, 2002). Outra importante característica é o valor atribuído ao relatório experimental. Tudo é dirigido para a tomada dos dados, elaboração de gráficos, análise dos resultados e comentários sobre erros experimentais (Pinho Alves, 2000).

“Labwork in Science Education”, os resultados apontam para a possibilidade de adotarmos uma postura diferente.

De acordo com o relatório europeu, além da grande representatividade das atividades experimentais tradicionais de bancadas em termos quantitativos - correspondem a mais de 60% das formas utilizadas nos cursos correspondentes ao nosso ensino médio, e um percentual ainda maior no ensino universitário -, os autores concluíram que essa forma “típica” de utilização dessas atividades em laboratórios não difere, em essência, das demais formas investigadas (como atividades investigativas, laboratórios não estruturados, simulações...). Há poucas diferenças entre os países investigados, não ocorrendo grandes divergências entre as características comuns dos trabalhos em laboratório de bancada.

Assim, tanto no nível médio quanto no nível universitário, as atividades experimentais de bancadas convergem na forma de organização dos alunos, na valorização dos relatórios escritos e da interpretação dos resultados em detrimento da valorização do trabalho efetivamente executado pelo grupo e da utilização do computador, este utilizado com a finalidade quase exclusiva de processar os dados.

Embora fossem encontradas grandes variações, de país para país, em relação ao tempo dedicado ao trabalho de laboratório, a avaliação de desempenho dos alunos e ao equipamento disponível, os pesquisadores concluíram que, mesmo as diferentes formas de atividades experimentais de bancadas usadas entre os países investigados são notavelmente semelhantes.

Finalmente, os investigadores da comissão europeia sugerem a possibilidade da existência de um paradigma internacional no qual seria possível orientar tais atividades em termos de um papel mais significativo que elas deveriam desempenhar nos processos de ensino e aprendizagem de ciências.

*Therefore, the labwork practice is not so different from one country to another or from a discipline to another. Particularly at secondary school level where, as it is presented in the part 1, the teaching organisations are rather different, this similarity in labwork practice may seem surprising. In another words, when the analysis investigates a practice, without going to individual differences, the labwork practice presents several similar main characteristics. Could we say that there is an international and implicit paradigm of what a labwork should be? If the answer is positive, any action aiming to improve labwork at a large scale should take into account that the current practice is deeply anchored. (Teachers' labwork practice, an analysis based on questionnaires. EUROPEAN COMMISSION / Project PL 95-2005. Working Paper 02. Volume 2. 1998).*

Izquierdo et al (1999), atribuíram a pouca efetividade das atividades experimentais tradicionais de bancadas para a educação em ciências a um planejamento equivocado. Para estes autores, as atividades experimentais tradicionais de bancadas são planejadas tendo como referência a própria atividade científica enquanto, na verdade, deveriam levar em consideração os aspectos intrínsecos das estruturas de situações de ensino de ciências.

*“¿Por qué son poco eficaces las prácticas? Una respuesta posible, que va a ser desarrollada en este artículo, es que los experimentos escolares se diseñan teniendo como referente lo que hacen los científicos, cuando en realidad deberían ser algo así como un guión especialmente diseñado para aprender determinados aspectos de las ciencias, con su propio escenario (aula, laboratorio escolar, unos alumnos, un material), muy diferente al de una investigación científica. (Izquierdo et al, 1999: 46).*

Concordamos com as considerações feitas por Izquierdo et al (1999) que alertaram para urgência de romper com os pressupostos epistemológicos dos experimentos científicos e elaborar roteiros e procedimentos tendo como referência as especificidades próprias das situações de ensino e aprendizagem. Por este motivo, consideramos que a baixa efetividade das atividades experimentais para o ensino de ciências está mais ligada a equívocos quanto ao planejamento, do que quanto à natureza destas atividades. Desta forma, torna-se cada vez mais urgente encontrarmos um papel mais relevante que estas atividades deveriam desempenhar na educação em ciências para podermos reorientá-las enquanto atividades

didáticas específicas dos contextos de ensino e de aprendizagem visando aumentar sua efetividade na educação científica.

Para compreendermos se de fato é possível estabelecer um papel mais relevante para as atividades experimentais tradicionais de bancadas, discutimos, em termos de uma abordagem comunicativa, as especificidades das duas esferas das atividades humanas envolvidas nas situações consideradas acima: a esfera científica e a esfera do ensino de ciências, nos contextos dos laboratórios científicos e dos laboratórios didáticos. Essa discussão será realizada nos dois sub-itens abaixo.

#### ***1.2.2.2 - O laboratório científico e a prática das ciências experimentais***

Latour & Woolgard (1997) apresentaram um estudo sobre os laboratórios científicos, que nos ajuda a delinear uma imagem consistente das atividades desenvolvidas neste ambiente. De acordo com estes autores, em um laboratório científico são utilizados uma série de aparelhos, equipamentos e materiais com a finalidade de produzir (ou de se reproduzir) fenômenos científicos. Os fenômenos científicos são representados por dados, expressados em diagramas ou curvas, obtidos através de aparelhos específicos denominados de inscritesores.

Os aparelhos que transformam um estado da matéria em outro são chamados de máquinas. Qualquer aparelhagem ou seqüência de manipulações experimentais, presentes num determinado laboratório, é o resultado da apropriação de fatos estabelecidos, em uma determinada área ou campo da ciência, que foram incorporados, em diferentes épocas, sob a forma de um novo aparelho, denominado protótipo.

Um protótipo encontra, na indústria, a técnica necessária para seu aperfeiçoamento, desenvolvimento e difusão, adquirindo assim as características de um “novo” aparelho disponível no mercado. Estes aparelhos, normalmente sofisticados e caros, irão compor o ambiente material de outros laboratórios que, ao possuírem uma cadeia de operações



organizada através de atividades de rotina, tornam-se aptos a fornecer os dados fundamentais à pesquisa científica.

Os dados coletados nos laboratórios científicos estão, portanto, repletos de teorias científicas, de modo que a confirmação ou contestação destes dados depende da confiabilidade da cadeia de operações organizadas no laboratório.

*O material que constitui o equipamento de um laboratório é feito de elementos, muitos dos quais com uma longa história rica em controvérsias. Cada elemento tornou-se um inscritor específico, cujos estiletos e agulhas marcaram as folhas de papel milimetrado. A cadeia de acontecimentos à qual toda curva deve sua existência é muito longa para que um observador, técnico ou pesquisador dela se recordem. E, no entanto, cada uma das etapas é crucial: caso seja omitida ou mal desempenhada, todo o processo é reduzido a nada (Latour & Woolgard, 1997:67).*

As folhas que contém os diagramas ou as curvas, obtidas através da rigorosa, exaustiva e cara rotina de coleta de dados, passam a ser vistas como a matéria prima sobre a qual os pesquisadores precisam trabalhar e investir um grande “capital intelectual” para escrever suas preciosas publicações científicas.

Nestas publicações, o ambiente material do laboratório praticamente desaparece. É a hora da valorização das “idéias”, desenvolvidas com base em um sólido arcabouço teórico capaz de organizar e dar sentido a esses dados através de proposições<sup>13</sup> científicas visando o estabelecimento de conclusões válidas.

O ambiente material tem uma dupla característica: ele é o que torna possível o estabelecimento de um dado e é dele que se deve facilmente esquecer. Sem ele, não se poderia dizer que um “objeto do laboratório”, ou seja, um fenômeno científico exista. E, no entanto, ele só é mencionado muito raramente (Latour & Woolgard, 1997). O ambiente

---

<sup>13</sup> Latour & Woolgard (1997), utilizam o termo “enunciado” para designar a menor unidade de significado de um texto que contém um “fato” científico ou que está submetida a um “fato” científico. Neste sentido, um texto científico é composto por diversos enunciados interligados entre eles. Entretanto, este termo não parece guardar uma relação direta com o conceito de enunciado em Bakhtin, que utilizamos nesta tese.

material dos laboratórios está, portanto, carregado de teorias científicas que garantem a replicabilidade de novos fenômenos e testes de validação de dados e hipóteses científicas.

As idéias científicas materializam-se na forma de proposições científicas. Em um laboratório científico, os pesquisadores passam a maior parte do seu tempo efetuando operações sobre estas proposições: acréscimos de modalidades, citações, subtrações, empréstimos, criações de novas combinações. Cada uma dessas operações pode resultar em uma proposição diferente ou mais apropriada que se torna um modelo para a construção de operações similares em outros laboratórios. É dessa forma que os membros de uma equipe controlam o que acontece com suas próprias proposições.

Em certos laboratórios, há intensa atividade de manipulação de proposições que, em outros lugares, eram vistas como relativamente inertes. Algumas equipes produzem proposições supérfluas: são discutidas e publicadas, mas não chegam a ser objetos de trabalho. Em contrapartida, existem proposições que mudam rapidamente de status: são provadas, refutadas e novamente comprovadas.

Estas proposições raramente mudam de forma e representam apenas uma pequena fração das centenas de outras proposições que constituem uma espécie de “nuvem de poluição” que, em certos momentos, começam a delinear uma “imagem”. Uma operação realizada num determinado momento pode aniquilar uma determinada proposição. Entretanto, quando uma proposição é tomada imediatamente de empréstimo, utilizada e reutilizada, pode-se chegar a um estágio no qual esta deixa de ser um objeto de contestação, passando a constituir um fato.

*No centro desse movimento browniano, constitui-se um fato. Este é um acontecimento relativamente raro. Mas quando ele se produz, o enunciado integra-se ao estoque das aquisições científicas, desaparecendo silenciosamente das preocupações da atividade cotidiana dos pesquisadores (Latour & Woolgord, 1997).*

Finalmente, este fato irá alimentar a cadeia de produção do conhecimento científico constituindo um novo elemento que será integrado ao ciclo da ciência.

*O fato é incorporado aos manuais universitários, ou por vezes, torna-se a ossadura de um novo aparelho. Diz-se freqüentemente que esses fatos são reflexos condicionados dos “bons” cientistas, ou que são parte integrante da “lógica de raciocínio” (Latour & Woolgard, 1997).*

Como vimos, embora freqüentemente esquecido, o ambiente material do laboratório é que torna possível a produção de um fenômeno científico e o estabelecimento das controvérsias responsáveis pelo desenvolvimento da ciência. A atividade dos cientistas é regulada por operações de manipulação de “proposições científicas”, buscando-se alterações<sup>14</sup> sobre as quais possam se estabelecer fatos científicos cada vez mais consistentes. Um fato científico é, antes de tudo, o produto de uma complexa atividade comunicativa baseada em uma série de proposições com o objetivo de justificar ou refutar determinados pontos de vista e persuadir da sua solidez e confiabilidade uma exigente comunidade: a comunidade científica.

### ***1.2.2.3 - O processo de ensino e aprendizagem de ciências e as atividades experimentais tradicionais de bancadas***

Apesar de constituírem uma prática educativa consolidada no imaginário de estudantes e professores, as atividades experimentais de bancadas ainda são escassas nas escolas brasileiras, principalmente no que se refere ao ensino fundamental. Entretanto elas são sempre lembradas e apontadas como a solução para muitos dos problemas da educação em ciências (Barberá & Valdés 1996; Borges, 1997; Borges, 2002).

---

<sup>14</sup> Estamos utilizando “alteração” para destacar as polêmicas, as controvérsias, os debates e as discussões intrínsecas do processo de construção da ciência.

De acordo com Richoux e Beaufile (2003), quando um professor desenvolve uma seção de atividades experimentais de bancadas, ele pode estabelecer objetivos particulares de aprendizagem e estruturação de conhecimento. Para esses autores, o professor tem uma hipótese implícita de que as atividades planejadas irão produzir os resultados esperados para a aquisição de conhecimentos. Logo, o professor estabelece uma imagem de aluno, com a qual dialoga no momento de estabelecer um conjunto de tarefas que serão executadas no percurso da atividade experimental, que diante de um procedimento prescrito irá problematizar todos objetos propostos pela atividade. Isto é, o professor tem por hipótese que os procedimentos prescritos serão capazes de promover uma mediação entre o fenômeno observado e os modelos teóricos pertinentes ao experimento. Porém, mesmo que isso ocorra, o aluno precisa desenvolver certas habilidades que nem sempre estão explícitas nos procedimentos.

A especificidade das atividades experimentais realizadas em situações de ensino de ciências nos remete a repensar seu papel em um contexto específico: o contexto didático do ensino de ciências. Consideramos que as situações formais de ensino e de aprendizagem nas escolas ou nas universidades são essencialmente situações de comunicação e, por isso, recorreremos a dois modelos das teorias deste campo de estudos para discutirmos a questão da ineficiência das atividades experimentais tradicionais e propor um novo papel mais relevante para elas na educação em ciências.

Breton (1999) aponta que a excessiva atenção dada ao papel da informação na comunicação levou à difusão de um esquema altamente padronizado que apresenta três elementos fundamentais dispostos linearmente em seqüência: o emissor, a mensagem e o receptor. Os processos tradicionais de ensino e aprendizagem de ciências interpretados a partir deste esquema nos levam as seguintes proposições: o professor assume o papel de um emissor e os estudantes o papel de um receptor. A mensagem seria composta, no caso da educação em ciências, pelos conceitos, leis, teorias, princípios, fatos e artefatos

científicos. Neste modelo, qualquer falha no processo de comunicação poderia então ser atribuída a um “ruído”, e solucionada a partir de “adaptações” nos “instrumentos” de comunicação, ou seja, no livro texto, nos exercícios e problemas propostos, ou ainda, em quaisquer outros recursos didáticos utilizados para transmitir a mensagem tais como as atividades experimentais de bancadas. Entretanto, os processos de ensino e aprendizagem de ciências são intrinsecamente mais complexos.

Alguns autores como Driver et al (1994) se referem ao processo de ensino e aprendizagem de ciências como “enculturação”, ou seja, a educação é vista como um processo de apropriação da cultura científica. Para outros autores, como Lemke (1992), aprender ciências significa se apropriar do discurso científico, isto é, aprender como determinados termos se relacionam entre eles e com o contexto em que são utilizados para produzir significados específicos em contextos particulares.

A compreensão dos processos de ensino e de aprendizagem de ciências, nas duas perspectivas acima, necessita de um modelo comunicativo que rompa com a linearidade do esquema tradicional da comunicação uma vez que, em ambas, a linguagem passa a ser vista como uma estrutura particular com características específicas, indissociáveis do próprio conhecimento científico. O domínio da linguagem científica passa então a ser visto como uma competência essencial tanto para a prática da ciência quanto para o seu aprendizado.

Em conseqüência, assumimos que o papel da linguagem nos processos de ensino e aprendizagem de ciências possui intrinsecamente um caráter dual: por um lado, a linguagem é um objeto do processo de aprendizagem de ciências, mas por outro, a linguagem é um instrumento de mediação do seu processo de ensino.

No primeiro caso, o professor deve estar atento às características particulares do próprio conhecimento que precisa ser ensinado na escola, considerando a importância do ensino e aprendizagem dos conceitos, princípios, leis e teorias em igualdade de importância com o ensino e aprendizagem da linguagem científica. Isto implica em uma intencionalidade

do professor de ensinar os termos e as formas de organização e significação dos elementos que compõe o conhecimento científico.

No segundo caso, o professor e os alunos precisam estar “sintonizados em um mesmo canal de comunicação” para produzir significados comuns para os diversos conceitos, leis, teorias e princípios que compõe o conhecimento científico escolar. Isto implica a utilização de uma linguagem que deve ser compartilhada por todos os sujeitos que participam do processo de ensino e aprendizagem para promover a aquisição do conhecimento científico escolar a partir do conhecimento cotidiano na sala de aula em questão.

Um autor que nos auxilia a compreender a complexidade das atividades humanas e, entre elas as atividades experimentais tradicionais de bancadas em situações concretas de comunicação é Bakhtin. De acordo com este autor o homem, fora das condições sócio-econômicas objetivas, fora de uma sociedade, não tem nenhuma existência. Só como membro de um grupo social, de uma classe, é que o indivíduo ascende a uma realidade histórica e uma produtividade cultural (Bakhtin, 1992).

Para ele, o ato de fala, e seu produto, a enunciação, não podem ser explicados somente a partir das condições do sujeito falante, mas também não podem dele prescindir. Tendo a enunciação uma natureza social, para compreendê-la seria necessário entender que ela se dá sempre numa interação. O enunciado pertence a um universo de relações dialógicas inteiramente diferentes das relações meramente lingüísticas. Enquanto a palavra e a sentença são uma unidade da linguagem, o enunciado é uma unidade da comunicação discursiva (Freitas, 1994:127). O enunciado se relaciona com a realidade, reportando-se a outros enunciados reais, previamente produzidos. Logo, os enunciados não existem isolados: cada enunciado pressupõe seus antecedentes e outros que o sucederão; um enunciado é apenas um elo de uma cadeia, só podendo ser compreendido no interior dessa cadeia.

Bakhtin distingue na enunciação significado e sentido. Significado refere-se ao significado abstrato, dicionarizado, que é reconhecido pelos lingüistas. O sentido é o significado contextual. Para ele, as diversas esferas da atividade humana estão relacionadas com a utilização da língua. Sendo o enunciado a unidade da comunicação discursiva, podemos inferir que existam tantos tipos de enunciados quanto tipos de atividades humanas.

*A utilização da língua efetua-se na forma de enunciados (orais e escritos), concretos e únicos, que emanam dos integrantes duma ou doutra esfera da atividade humana. O enunciado reflete as condições específicas e as finalidades de cada uma dessas esferas, não só por seu conteúdo (temático) e por seu estilo verbal, ou seja, pela seleção operada dos recursos da língua – recursos lexicais, fraseológicos e gramaticais -, mas também, e sobretudo, por sua construção composicional. Estes três elementos (conteúdo temático, estilo e construção composicional) fundem-se indissolavelmente no todo do enunciado, e todos eles são marcados pela especificidade de uma esfera de comunicação. Qualquer enunciado considerado isoladamente é, claro, individual, mas cada esfera de utilização da língua elabora seus tipos relativamente estáveis de enunciados, sendo isso que denominamos gêneros do discurso (Bakhtin, 2000:279).*

Desta forma Bakhtin define gêneros do discurso como sendo tipos relativamente estáveis de enunciados elaborados numa determinada esfera de utilização da língua. A riqueza e a variedade dos gêneros do discurso são infinitas, pois a variedade virtual da atividade humana é inesgotável, e cada esfera dessa atividade comporta um repertório de gêneros do discurso que vai diferenciando-se e ampliando-se à medida que a própria esfera se desenvolve e fica mais complexa.

A importância dos gêneros do discurso é que se eles não existissem ou se não os dominássemos, se tivéssemos de construir cada um de nossos enunciados, a comunicação verbal seria quase impossível. Segundo Bakhtin, aprender a falar é aprender a estruturar enunciados. Neste sentido, uma das funções da escola, e em particular do ensino de Física, seria ajudar o aprendiz a dominar determinadas “falas” dentro de gêneros discursivos específicos do contexto escolar.

Nas atividades experimentais didáticas não há a possibilidade de confrontarem-se criticamente os fenômenos produzidos (ou reproduzidos em situações didáticas) com as leis, teorias e fatos científicos ensinados na escola. Entre um fenômeno vivenciado em uma atividade experimental e as leis ou teorias envolvidas no reconhecimento do mesmo, existe uma espécie de “campo de forças” mantido pela autoridade da ciência. Os “dados” gerados em uma atividade experimental não são controversos em relação às teorias: ou eles confirmam prontamente as previsões teóricas ou eles estão errados e cabe aos estudantes apontar as causas de tais erros.

As teorias científicas estão “blindadas” pela esfera da comunicação científica validada pela comunidade científica. Os vínculos estabelecidos entre os aspectos teóricos e práticos intrínsecos da ciência se produzem, portanto, em uma esfera específica: a esfera da comunicação científica. Nesse sentido, o papel de uma atividade experimental didática deve estar em consonância com os aspectos específicos da esfera comunicativa de uma atividade didática.

Como apresentado, o que se espera das diferentes disciplinas de ciências é que elas estabeleçam situações de ensino formativas que capacitem os estudantes a utilizar e aplicar os produtos da ciência em diferentes contextos. Em resposta aos questionamentos e considerações ora levantados, explicitaremos a seguir a nossa tese de pesquisa que estabelece um papel mais relevante para as atividades experimentais tradicionais de bancadas na educação em ciências em consonância com a necessidade de se desenvolver o pensamento crítico nos estudantes.



### **1.2.3 - Explicação da tese**

A premissa central de nossa tese é que existe um papel implícito nas atividades experimentais tradicionais de bancadas. Esse papel é estabelecer um elemento discursivo específico a partir do qual os procedimentos experimentais da própria atividade podem ser criticados. Desta forma, tratamos este elemento como uma entidade denominada de “dado empírico” e investigamos sua ontogênese.

Nossa pesquisa foi realizada “in loco” e privilegiou a investigação do discurso verbal e não-verbal produzido em um laboratório didático de uma disciplina introdutória de Física Experimental lecionada no primeiro ano dos cursos superiores de ciências exatas da Universidade Federal de Minas Gerais. A singularidade e importância dessa escolha residem na sua abrangência e no fato de que essa disciplina visa atender a uma demanda específica: introduzir os alunos dos diferentes cursos atendidos por ela nos métodos das ciências experimentais, capacitando-os a desenvolver as habilidades específicas para as demais disciplinas experimentais em seus respectivos cursos.

Consideramos que a investigação realizada corrobora empiricamente a tese proposta e ressalta um papel para as atividades experimentais tradicionais de bancadas mais relevante e em conformidade com as novas necessidades da educação em geral.

## 2 – Considerações Teóricas

A crescente preocupação com a formação tecno-científica da população tem levado diferentes grupos de pesquisadores a refletirem sobre as causas e conseqüências das deficiências do ensino para os alunos em todos os níveis de escolarização. Várias propostas formuladas indicaram a necessidade de desenvolver uma educação voltada para a participação plena dos indivíduos, destacando o papel fundamental do sujeito no entendimento dos modelos científicos (Araújo & Abib, 2000:1).

Para a abordagem sócio-cultural, a escola é um dos principais lugares onde se realizam sistemática e intencionalmente as construções e a gênese das funções psicológicas superiores. A distinção básica, entre as funções psicológicas elementares e as funções psicológicas superiores, surge da necessidade de separar os fenômenos psicológicos comuns entre animais e humanos dos fenômenos psicológicos especificamente humanos. Estes últimos são contemplados como o produto da heterogeneidade sociocultural na qual os seres humanos vivem imersos.

Basicamente os processos psicológicos superiores representam um nível qualitativo superior de funcionamento psicológico. Deste modo, é impossível explicar os processos superiores a partir dos princípios explicativos que regem as funções elementares (Wertsch, 1988: 41). Vygotsky aponta que as funções psicológicas superiores são o resultado da influência cultural na aprendizagem e no desenvolvimento e só podem ser explicadas (em sua origem), através de sua história, situando-as em seu contexto original. Tais funções são constituídas na medida em que são utilizadas, sempre na dependência do legado cultural da humanidade. O desenvolvimento pode ser compreendido como uma conseqüência do conteúdo a ser apropriado e das relações que ocorrem ao longo do processo de ensino e aprendizagem. Assim, a criança vai se desenvolvendo à medida que, orientada por adultos

ou companheiros, apropria-se das diferentes culturas com as quais vai tendo contato (Freitas, 1994: 100).

Os pontos fundamentais de mudança nas análises genéticas de Vygotsky estão associados com o surgimento de novas formas de mediação. Em função do domínio genético tratado, esta mediação tomará a forma de uma ferramenta<sup>15</sup> ou de um signo<sup>16</sup>.

Em certos casos, as mudanças evolutivas estão vinculadas à introdução de uma nova forma de mediação, enquanto em outros se relacionam com a transição para uma forma mais avançada de mediação já existente. No caso específico tratado nesta tese, há, por um lado, os equipamentos e os materiais experimentais que vão sendo introduzidos e incorporados ao ambiente material do laboratório, e por outro lado, há o “mais importante” sistema de signos utilizado pelo homem para comunicar suas idéias, que é a língua.

Dedicaremos dois itens para apresentar a fundamentação teórica desta tese. No item 2.1 apresentamos os fundamentos associados a dois papéis distintos da linguagem na educação em Ciências. Nesse mesmo item discutimos a idéia de enunciação e apresentamos uma rápida discussão sobre os elementos discursivos centrais da estrutura analítica que será utilizada no capítulo 4 enfatizando um elemento específico: as associações dos objetos de troca discursiva.

---

<sup>15</sup> Estamos utilizando “ferramenta” para designar aquilo que Wertsch (1988) denomina instrumento, ou seja, um objeto material que atua como mediador, mas que não é um signo, ou um sistema complexo de signos. Para nos referirmos indistintamente a um signo ou a uma ferramenta, como mediadores no processo de ensino e aprendizagem, estaremos utilizando a expressão “instrumento de mediação”. Nossa opção se justifica pelo grande número de trabalhos que utilizam a expressão “instrumento de mediação” para se referir ao papel mediador da linguagem no processo de ensino e aprendizagem em estudos da área de educação em Ciências.

<sup>16</sup> O conceito de signo apresentado por Saussure, nos parece próximo ao de Vygotsky. Para Saussure, signo é aquilo que une um “conceito” e uma “imagem acústica” (e não aquilo que une uma “palavra” a uma “coisa”). Saussure aponta que, no uso corrente, signo designa somente a “imagem acústica” e, para superar a ambigüidade de termos designa três noções por nomes que se relacionam entre si. Conserva o termo signo para designar a relação “conceito” e “imagem acústica” e substitui estes dois últimos respectivamente por significado e significante. O significante é a parte material do signo (o som de uma palavra, os traços de um desenho, o ritual de um cumprimento) ao passo que o significado se refere à imagem mental que o significante produz no indivíduo.

No item 2.2 discutimos a fundamentação teórica geral que foi estabelecida para guiar nosso olhar sobre a ontogênese dos dados empíricos produzidos em atividades experimentais no laboratório didático: a Teoria da Atividade.

*A Teoria da Atividade (TA), originada na escola histórico-cultural da psicologia soviética, com Vygotsky, Leontiev e Luria, oferece uma “lente” para a análise dos processos de aprendizagem, contribuindo para o desenvolvimento e a análise de ambientes educativos (in Jonassen, 1999, apud Struchiner & Giannella, 2003).*

## **2.1- Os papéis da linguagem no processo ensino e aprendizagem de Ciências**

O termo linguagem assume um papel central em nossa tese, e possui dois significados específicos e distintos. O primeiro se refere fundamentalmente a sua função no processo de ensino e aprendizagem, ou seja, a linguagem é o principal instrumento de mediação utilizado pelos homens para construir novos conhecimentos a partir de seus conhecimentos prévios. O segundo significado é atribuído à linguagem como o próprio objeto de aprendizagem que precisa ser adquirido pelos estudantes. Neste segundo caso, estaremos fazendo uma distinção teórica entre uma linguagem científica, que carrega uma série de termos e idéias próprias da ciência, e uma linguagem cotidiana<sup>17</sup> utilizada pelas pessoas em suas vidas diariamente em diferentes situações.

---

17 Apesar de uma distinção teórica entre uma linguagem científica e uma linguagem cotidiana, consideramos que haja um gradiente entre estas duas linguagens. O termo linguagem é visto em ambos os casos como uma forma de organização e estruturação do pensamento. Assim a linguagem cotidiana corresponde ao pensamento cotidiano, enquanto a linguagem científica corresponde ao pensamento científico. Portanto, a linguagem científica na escola é essencial para o processo de aprendizagem dos assuntos científicos não podendo ser negligenciada ou relegada a um segundo plano.

### **2.1.1 - A linguagem como instrumento de mediação**

A linguagem, mais especificamente a relação pensamento e linguagem, possui um papel de destaque na obra de Vygotsky. Para ele, esta relação é originária do desenvolvimento e evolui ao longo deste num processo dinâmico. Pensamento e linguagem têm na filogênese e na ontogênese raízes genéticas diferentes, e seguem linhas de desenvolvimento distintas até um determinado momento, mas se sintetizam dialeticamente no desenvolvimento. É no momento em que estas linhas se fundem que passamos de um desenvolvimento biológico a um desenvolvimento sócio-histórico.

Nas crianças pequenas, o pensamento evolui sem a linguagem. Os primeiros balbucios têm como objetivo atrair a atenção do adulto. Percebe-se assim a presença de uma função social da linguagem desde os primeiros meses da criança. Segundo Vygotsky, pode-se pois estabelecer no desenvolvimento da linguagem da criança uma linguagem pré-intelectual e no desenvolvimento de seu pensamento, um pensamento pré-lingüístico.

Ainda nos primeiros anos de idade, o pensamento pré-lingüístico e a linguagem pré-intelectual se encontram e se juntam, surgindo um novo tipo de organização lingüístico-cognitivo. A essa altura, quando essas duas linhas se encontram, o pensamento se torna verbal e a linguagem racional. A partir daí, a criança começa a entender o propósito da linguagem e que cada coisa tem um nome. A linguagem começa a servir ao intelecto e o pensamento pode ser verbalizado.

Desse momento em diante, a criança passa a sentir a necessidade das palavras, tenta aprender os signos: é a descoberta da função social da palavra. (Freitas, 1994: 93). Assim a linguagem deve ser vista como uma forma de organizar, estruturar e comunicar os nossos pensamentos e os pensamentos alheios.

As considerações teóricas da obra de Vygotsky, sucintamente apresentadas acima, contribuíram para evidenciar a importância da linguagem no processo de desenvolvimento

intelectual do homem. Neste sentido, é adequado investigar-se o processo de ensino e aprendizagem de Ciências, levando em consideração a linguagem como o principal instrumento mediador da aquisição de uma nova visão de mundo pelos estudantes.

Para promovermos uma análise do processo de ensino e aprendizagem de Ciências, que ocorre num laboratório didático de Física, consideramos necessário aprofundar a questão da função comunicativa da linguagem. Neste sentido, buscamos apoio teórico em Mikhail Bakhtin. Este autor rompe com a tradição lingüística que considerava a linguagem do ponto de vista do locutor e que relegava a função comunicativa da linguagem a um segundo plano. O ponto central de sua teoria é a busca da unidade real da comunicação verbal: o enunciado.

*A indeterminação e a confusão terminológicas acerca de um ponto metodológico tão central no pensamento lingüístico resultam de um menosprezo total pelo que é a unidade real da comunicação verbal: o enunciado. A fala só existe, na realidade, na forma concreta dos enunciados de um indivíduo: do sujeito de um discurso-fala. O discurso se molda sempre à forma do enunciado que pertence a um sujeito falante e não pode existir fora dessa forma. Quaisquer que sejam o volume, o conteúdo, a composição, os enunciados sempre possuem, como unidades da comunicação verbal, características estruturais que lhes são comuns, e, acima de tudo, fronteiras claramente delimitadas. (Bakhtin, 2000 : 293).*

Sendo o enunciado a unidade real da comunicação verbal, suas fronteiras são determinadas pela alternância dos sujeitos falantes. O início de um enunciado é uma resposta a um enunciado de outro e o fim de um enunciado é dado através de um sinal de que o locutor terminou e um novo enunciado pode ter início a partir dele ou de outro enunciado já produzido.

A comunicação verbal se materializa, portanto, na forma de enunciados reais e concretos, não podendo ser explicada somente a partir das condições do sujeito falante, mas também não podendo prescindir dele. O enunciado pertence a um universo de relações dialógicas inteiramente diferentes das relações meramente lingüísticas. Enquanto a palavra e a sentença são unidades da língua, o enunciado é uma unidade da comunicação

discursiva (Freitas, 1994: 127). O enunciado se relaciona com a realidade, reportando-se a outros enunciados reais, previamente produzidos.

Os enunciados não existem isolados: cada enunciado pressupõe seus antecedentes e outros que o sucederão; um enunciado é apenas um elo de uma cadeia, só podendo ser compreendido no interior dessa cadeia (Bakhtin, 2000). O processo através do qual os enunciados se materializam é denominado de enunciação. A enunciação é, como destaca Bakhtin, de natureza eminentemente social. Toda enunciação é um diálogo, mesmo as produções escritas, num processo de comunicação ininterrupto. Tendo a enunciação uma natureza social, para compreendê-la é necessário entender que ela se dá sempre numa interação.

A contribuição fundamental de Bakhtin, para o nosso estudo, foi evidenciar que a linguagem, do ponto de vista da comunicação verbal, possui uma unidade real de significado: o enunciado. Esta unidade não pertence ao mesmo universo da frase, ou da oração e só pode ser compreendida quando levamos em consideração seu contexto de produção. O enunciado é ideológico, de natureza eminentemente social e se relaciona com outros enunciados, só podendo ser compreendido no interior de uma “cadeia de enunciados”.

Consideramos que o laboratório didático tradicional estabelece um contexto favorável às interações entre os sujeitos participantes do discurso, através do processo de enunciação. Nessas interações são produzidos, enunciados reais e concretos, cujo significado pode ser mantido, modificado ou apagado através de operações introduzidas, pelos instrumentos de mediação do processo de ensino e aprendizagem de Ciências no laboratório, onde destacamos a linguagem, e o material empírico da atividade experimental.

## **2.1.2- A linguagem científica como objeto de aprendizagem**

Ao considerarmos o ensino da linguagem científica como sendo constitutivo do processo de ensino de ciências, torna-se necessário identificar este tipo de linguagem. Mortimer, Chagas & Alvarenga (1998) estabeleceram uma tipologia para caracterizar, por um lado, a linguagem cotidiana e, por outro, a linguagem científica.

A intenção destes autores era investigar a relação entre a linguagem utilizada e o desempenho dos alunos em uma questão de vestibular. Para estabelecerem as características da linguagem científica, usaram o referencial de análise proposto por Halliday & Martin (1993). Para as características da linguagem cotidiana, usaram, também, as categorias propostas por Bruner (1991).

Em suas conclusões, Mortimer, Chagas & Alvarenga (1998), destacam que o confronto das categorias com o material empírico demandou novas categorias, pois a maioria das respostas dos alunos não se situava nos extremos de uma linguagem científica ou cotidiana, mas em algum ponto de um contínuo entre eles. Muitas das categorias usadas foram sendo construídas ao longo do processo de análise, tornando o trabalho muito lacunar. No entanto, ele forneceu um primeiro mapeamento das categorias a serem usadas para a análise lingüística de textos escritos produzidos por estudantes de disciplinas científicas. A seguir, apresentamos um resumo com as principais categorias desenvolvidas por estes autores para posteriormente propormos um critério capaz de identificar um determinado “tipo” de linguagem, no discurso dos alunos, durante a realização da atividade experimental observada.

A linguagem cotidiana apresenta a predominância de formas narrativas onde uma ordem seqüencial é estabelecida e mantida. O locutor (narrador) assume uma postura presencial e relata seqüências lineares de eventos. Na linguagem científica, o locutor normalmente assume uma postura ausente, o que faz com que ela seja descontextualizada,



sem a perspectiva de um narrador. A linguagem cotidiana apresenta um mundo dinâmico, em que as coisas estão sempre acontecendo, como numa chama ou numa onda. Já a linguagem científica exige uma reflexão consciente no seu uso, e aproxima-se muito mais da linguagem escrita, os acontecimentos e processos foram congelados pelo processo de nominalização<sup>18</sup>, pois o mais importante é colocá-los em estruturas, como num cristal ou numa partícula. A gramática cotidiana é muito mais complexa e intrincada do que a gramática científica. No entanto, o processo de nominalização aumenta a densidade léxica da linguagem científica, na qual quase todos os termos usados carregam significados interligados numa estrutura conceitual.

Nesse sentido, poderíamos dizer que aprender Ciências é também aprender a usar a linguagem científica. A forma de apropriação dos significados, atribuídos aos termos específicos, da linguagem científica são difíceis de se caracterizar. Desta forma apresentaremos sucintamente os principais elementos da estrutura analítica desenvolvida no trabalho de mestrado (Villani, 2002) e que utilizamos no capítulo 4 para compreendermos as interações discursivas presentes na situação estudada neste trabalho.

### **2.1.3 – Os elementos discursivos centrais da estrutura analítica das interações dialogais**

No trabalho de mestrado identificamos cinco elementos centrais nas interações discursivas dos estudantes: uma questão; uma tomada de posição; uma associação dos objetos de troca discursiva; um consenso de significação e uma avaliação da resposta da questão (Villani, 2002). As interações surgiam, de fato, em função da necessidade de

---

18 Halliday & Martin (1993) referem-se ao processo de nominalização como uma "metáfora gramatical", na qual, no lugar da substituição de um nome por outro, como na metáfora ordinária, ocorre a substituição de uma classe ou estrutura gramatical por outra. Ou seja, a linguagem científica substitui os processos, expressos normalmente por verbos, por grupos nominais. "Quanto tempo uma reação química leva para completar-se", se transforma, através da nominalização, em "rapidez de uma reação química". Isso pode se constituir numa dificuldade para o aluno, acostumado a designar seres e coisas por nomes e processos por verbos. Ao usar a linguagem científica ele começa a habitar um estranho mundo onde os processos se transformaram em nomes ou grupos nominais e os verbos não expressam mais ações e sim relações.

responder uma questão proposta no roteiro da atividade experimental. Esta resposta deveria ser consensual entre os alunos no grupo. Assim, os alunos deveriam criar critérios de validação para as possíveis respostas a partir das tomadas de posição de um ou mais elementos do grupo.

Os critérios de validação eram dados pela relação da força entre os elementos dos modos de associação do objeto de troca discursiva e os consensos estabelecidos pelo grupo. Assim, se um modo de associação do objeto de troca discursiva estivesse fortemente ligado a consenso estabelecido pelo grupo, e um aluno discordasse da resposta apresentada à questão, ele deveria utilizar um ou mais argumentos para enfraquecer os elementos, ou introduzir novos elementos, ou ainda, descartar outros elementos para modificar o modo de associação do objeto de troca discursiva e estabelecer um novo consenso de significação para este objeto que seria avaliado podendo realimentar a dinâmica.

Identificamos no *corpus* da pesquisa realizada no mestrado três elementos que se inter-relacionavam para formar um determinado modo de associação de um objeto de troca discursiva: dado, conhecimento e fazer. O modo de associação de um objeto de troca discursiva poderia conter um, dois ou todos os três elementos. Os elementos que compõem os modos de associação dos objetos de troca discursiva ainda poderiam ser divididos em subcategorias específicas. Um modo de associação dos objetos de troca discursiva funcionaria como um operador permitindo aos alunos estabelecer consensos em relação aos significados atribuídos ao objeto de troca discursiva.

No referido trabalho, identificamos cinco possibilidades relativas à avaliação dos consensos estabelecidos sobre o significado atribuído a uma determinada tomada de posição relativa ao objeto de troca discursiva. Assim, em função da avaliação do grupo, a posição tomada em relação à questão proposta poderia ser confirmada, parcialmente confirmada, parcialmente refutada, refutada ou indiferente.

No primeiro caso, a tomada de posição do locutor era transformada em uma resposta que seria submetida a um juízo do grupo e poderia ser aceita ou descartada. No segundo caso, a tomada de posição seria transformada em uma opinião e o locutor procuraria argumentar para reforçar os modos de associação do objeto de troca discursiva buscando estabelecer um novo consenso.

No terceiro caso, se a tomada de posição fosse avaliada e considerada parcialmente refutada, ela daria origem a uma nova tomada de posição, ocasionando uma reformulação da opinião e associada a novos argumentos para modificar os modos de associação do objeto de troca discursiva e estabelecer um consenso favorável à nova posição tomada pelo locutor. No quarto caso, se a tomada de posição fosse avaliada e considerada refutada, ela seria remetida à questão inicial dando origem a uma tomada de posição oposta à anterior. Neste caso poderiam ser formulados os denominados contra-argumentos que visam estabelecer um novo consenso através da modificação dos modos de associação do objeto de troca discursiva. A tomada de posição refutada implicaria, portanto, em uma ruptura com o consenso estabelecido. No quinto e último caso, a tomada de posição avaliada como indiferente se transformaria em uma resposta descartada e seria imediatamente abandonada.

A estrutura acima apresentada foi desenvolvida e aperfeiçoada neste trabalho de tese culminando em um instrumento útil para percebermos a dinâmica interativa dos estudantes em um laboratório didático. A principal teoria que utilizamos para aperfeiçoá-la foi a Teoria da atividade que apresentamos em detalhes no item abaixo.

## **2.2 – A Teoria da Atividade**

A proposta teórica de análise que apresentamos neste texto se apóia na “Teoria da Atividade”, cuja origem pode ser atribuída às idéias de Vygotsky sobre a natureza histórica

dos processos psicológicos superiores mediados pelo uso de artefatos e que foi posteriormente desenvolvida por Leontiev e ampliada por Engenstrom.

*Segundo Engenstrom, no processo de evolução da teoria da atividade podem ser estabelecidas três gerações. A primeira geração está concentrada nos trabalhos de Vygotsky, quando se formula o conceito da atividade como mediação, gerando o modelo triangular da relação do sujeito com o objetivo mediado por artefatos materiais e culturais; a segunda toma por base a formulação de Leontiev, avançando na distinção, no conceito de atividade, de ação coletiva e ação individual e estabelecendo a estrutura da atividade; a terceira, proposta pelo próprio Engestrom a partir dos anos 70, parte do modelo triangular de Vygotsky expandindo-o para um modelo do sistema da atividade coletiva; neste modelo é realçado o conceito de contradições internas como força motriz dos sistemas de atividade e introduz as análises da psicologia transcultural de Cole pelas quais a teoria da atividade acolhe as questões da diversidade cultural e do diálogo entre diferentes culturas. (in Zamberlan, s/d, apud Libâneo, 2004)*

A abordagem teórica utilizada em todas as “fases” do desenvolvimento da Teoria da Atividade e que, conseqüentemente, será utilizada nesta pesquisa, é a dialética. Vygotsky desenvolve suas idéias sobre o estudo e a interpretação de todas as funções psicológicas superiores a partir do contraste estabelecido por Engels entre as abordagens naturalística e dialética para a compreensão da história humana.

Enquanto a abordagem naturalística avalia que são a Natureza e as coisas que nela há as únicas realidades existentes e que a Natureza é, portanto, a única responsável pelas mudanças históricas, a abordagem dialética, na ótica de Engels, é uma ferramenta que permite compreender os fenômenos históricos (materialismo dialético). Para Engels, o homem, ao agir sobre a Natureza, provoca nela modificações e são exatamente essas modificações que são as responsáveis pelas mudanças na história humana.

*Segundo Engels, o naturalismo na análise histórica manifesta-se pela suposição de que somente a natureza afeta os seres humanos e que somente as condições naturais são os determinantes do desenvolvimento histórico. A abordagem dialética, admitindo a influência da natureza sobre o homem,*

*afirma que o homem, por sua vez, age sobre a natureza e cria, através das mudanças nela provocadas, novas condições naturais sobre a sua existência. Essa posição representa o elemento-chave de nossa abordagem do estudo e interpretação das funções psicológicas superiores do homem e serve como base dos novos métodos de experimentação e análise que defendemos (Vygotsky, 2002; p.80).*

Vygotsky apropriou-se da idéia de Engels para propor uma estrutura capaz de explicar a gênese das funções psicológicas, que são específicas dos seres humanos. Assim, ele estabeleceu uma ruptura radical na estrutura clássica dos estudos sobre o comportamento consciente e fundou uma nova forma de abordar o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores do homem.

### **2.2.1 – Os alicerces da Teoria da Atividade**

Os estudos clássicos do comportamento se apoiavam na idéia da existência de funções psicológicas comuns a todos os animais que poderiam ser classificadas como simples (inatas) e complexas (aprendidas ao longo da vida do animal). Este segundo tipo de funções psicológicas poderia ser explicado a partir do estabelecimento de relações entre duas ou mais funções psicológicas simples. Desta forma, haveria uma linha natural entre os estudos das funções psicológicas dos animais e a explicação das funções psicológicas específicas dos seres humanos. A diferenciação entre as funções psicológicas animais e humanas poderia ser estabelecida em termos de comparação entre os níveis de complexidade destas funções.

Vygotsky rompe radicalmente com esta possível transição natural ao estabelecer que não é a complexidade de uma função psicológica que a caracterizaria como específica dos seres humanos, e sim sua estrutura. Influenciado pelas idéias de Marx, Vygotsky apresentou uma distinção entre as funções psicológicas comuns a todos os animais (inclusive os seres humanos), as quais ele denominou como funções psicológicas elementares, e as funções psicológicas exclusivas da espécie humana, as quais denominou de funções psicológicas

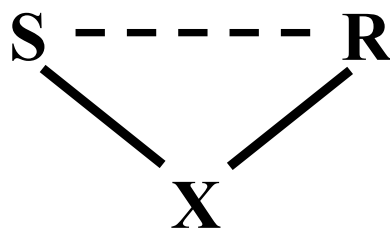
superiores. Para este autor, as origens das formas superiores do comportamento consciente (funções psicológicas superiores) estavam nas relações sociais do indivíduo com o meio externo, uma vez que os seres humanos são agentes ativos na própria criação do meio em que vivem (Luria, 1992; 48). Assim, para Vygotsky, o desenvolvimento de qualquer função psicológica superior estaria relacionado com o estabelecimento de um elo intermediário que se forma entre a reação de um organismo (Resposta) e a situação problema defrontada por ele (Estímulo).

A proposta de Vygotsky foi revolucionária, uma vez que expôs de forma clara a diferença essencial entre as funções psicológicas elementares e as funções psicológicas superiores. Por um lado, as funções psicológicas elementares têm origens em processos naturais, como a maturação física, e possuem uma forma que pressupõe uma ligação direta entre o estímulo “S” e a resposta “R”. A representação estrutural dessas funções é apresentada na figura 01.



**Figura 01: Esquema clássico para o estudo das funções psicológicas elementares**

Por outro lado, as funções psicológicas superiores têm origem nas relações sociais que os indivíduos estabelecem com o meio ambiente. Assim, elas requerem um elo intermediário entre o estímulo e a resposta. Para Vygotsky, este elo intermediário é um estímulo de segunda ordem, um artefato, ao qual Vygotsky se refere como um instrumento, por exemplo uma ferramenta material ou um signo (visto como uma ferramenta psicológica), que cria uma nova relação entre o estímulo (S) e a resposta (R). Esse artefato possui também a característica importante de ação reversa, e age sobre o indivíduo. Finalmente, o novo esquema representado na figura 02 requer um engajamento ativo do indivíduo no estabelecimento desse elo de ligação.



**Figura 02: Esquema proposto por Vygotsky para o estudo das funções psicológicas superiores**

A nova abordagem da psicologia, fundada por Vygotsky, era chamada por ele próprio de psicologia “cultural”, “instrumental” ou “histórica” (Luria, 1992; 48). De acordo com Luria, cada um desses termos refletia uma característica diferente da nova abordagem proposta. Cada qual enfatizava uma das facetas do mecanismo geral pelo qual a sociedade e a história social moldam a estrutura daquelas formas de atividades que distinguem o homem de outros animais.

O termo “instrumental” se referia à natureza mediada de todas as funções psicológicas superiores. Nesse sentido, a principal diferença entre as funções psicológicas elementares e as superiores é que essas últimas incorporam estímulos auxiliares, que são os artefatos construídos pela sociedade. O ser humano não se limita a responder aos estímulos apresentados a ele em um ambiente natural. Ele modifica ativamente esses estímulos, fazendo dessas modificações um instrumento do próprio comportamento.

O aspecto “cultural”<sup>19</sup> está associado com os modos socialmente estruturados pelos quais a sociedade organiza as tarefas propostas a seus indivíduos com os artefatos, ou seja,

---

<sup>19</sup> No texto, Luria escreve que o aspecto “cultural” da teoria de Vygotsky relaciona os modos socialmente estruturados pelos quais a sociedade organiza as tarefas que são propostas à criança às ferramentas, físicas e mentais, que lhe são oferecidas para que ela domine essas tarefas” (Luria, 1992; 49). Entretanto, consideramos mais apropriado usar o termo “artefato” no lugar de ferramentas e substituir o termo “crianças” por indivíduos, uma vez que as funções psicológicas superiores são desenvolvidas em um processo histórico ao longo de toda a vida do indivíduo humano, não se restringindo apenas a uma etapa da vida do mesmo.

os instrumentos físicos e mentais que são oferecidos a esses indivíduos para que eles dominem essas tarefas.

Finalmente, o elemento histórico funde-se ao cultural. Os artefatos, utilizados pelos seres humanos para dominar o meio em que vivem e os seus próprios comportamentos, foram inventados e continuamente aperfeiçoados no curso de toda a história social do homem.

Os artefatos assumem, portanto, na obra de Vygotsky, um papel crucial e estão presentes de forma incisiva na explicação dos aspectos culturais e históricos de sua teoria sobre a atividade humana. De acordo com Talízina (1988), a investigação do papel dos instrumentos na formação psíquica dos seres humanos realizava as aspirações de Vygotsky de extrair a consciência em seu estado final, de dentro do sujeito, para explicar sua essência com as forças que se encontravam fora dele. Entretanto, o instrumento isolado da atividade e visto de forma independente adquiriu um significado exagerado, e passou a constituir a unidade essencial de análise dos seus trabalhos.

*No obstante, ello no fue consecuencia de las tesis de partida de Vigotski, sino de la realización insuficientemente adecuada de éstas en su teoría histórico-cultural de la psiquis. La tesis de partida de Vigotski sobre el papel determinante en el desarrollo de la psiquis de las actitudes prácticas del hombre hacia la realidad es indudable. Mas, en vez de esclarecer el papel del trabajo en el desarrollo de la psiquis humana, Vigotski se limito a investigar el papel de los instrumentos. Pero la existencia de los instrumentos, con toda su importancia, no agota la característica de la actividad laboral. Vigotski no analizó la influencia que ejercen sobre la psiquis humana las nuevas relaciones que se forman entre los hombres en el proceso de su actividad laboral. Además, indicar la naturaleza histórico-social de la psiquis humana, contrapuso ostensiblemente los procesos naturales, psíquicos al los sociales (Talízina, 1988; 20).*

Talízina (1988) apontou que, apesar das inestimáveis contribuições de Vygotsky para a psicologia soviética, ele não conseguiu articular, na sua teoria, as esferas naturais e sociais dos processos psicológicos, tratando-os de forma isolada. Nesse sentido, Vygotsky



não conseguiu direcionar sua teoria para a explicação dos processos de desenvolvimento da consciência a partir de elementos externos, ou seja, da atividade do trabalho, que era o alvo dos investimentos teóricos dos psicólogos soviéticos.

Concluindo, apesar de ter fornecido as bases teóricas necessárias ao desenvolvimento de uma teoria geral capaz de explicar o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, esse importante pensador concentrou seus esforços em compreender profundamente o papel dos instrumentos, em especial a linguagem, utilizando como unidade de análise do desenvolvimento dos processos psicológicos superiores o significado das palavras, que é em essência um elemento interno e distinto dos processos externos associados a ela.

Leontiev, um dos principais colaboradores dos trabalhos de Vygotsky, retoma criticamente as idéias centrais de Vygotsky e procura desenvolver uma teoria mais geral incorporando outros meios culturais como os mediadores entre o indivíduo e a sociedade. Em sua busca para responder o enigma da origem e desenvolvimento da mente, Leontiev reformulou o conceito de atividade<sup>20</sup> como a unidade fundamental de análise para entender os mundos objetivos e subjetivos da vida orgânica complexa.

*La principal objeción, señalada por Leontiev al analizar de manera crítica la teoría histórico-cultural de Vygotsky, consiste en lo siguiente: no son los conceptos (ni, por consiguiente, los significados ni los signos ni los instrumentos), sino la actividad real que une al organismo con la realidad circundante, la que determina el desarrollo tanto de la conciencia en su conjunto como de algunas funciones psíquicas (Leontiev, apud in Talízina, 1988; 21).*

---

<sup>20</sup> Nas palavras de Leontiev “Designamos pelo termo de actividade os processos que são psicologicamente caracterizados pelo facto de aquilo para que tendem no seu conjunto (o seu objecto) coincidir sempre com o elemento objectivo que incita o paciente a uma dada actividade, isto é, com o motivo” (Leontiev, 1978; 297). “Um outro traço psicológico importante da actividade é que ela está especificamente associada a uma classe particular de impressões psíquicas: as emoções e os sentimentos. Essas impressões não dependem de processos isolados, particulares, mas são sempre determinadas pelo objecto, o desenrolar e a espécie de actividade de que fazem parte integrante” (Leontiev, 1978; 297).

No próximo sub-item apresentaremos as principais idéias de Leontiev, especificamente com relação às situações onde esse autor reinterpreta uma série de resultados de experiências com animais, para fundamentar sua nova abordagem sobre o desenvolvimento das funções psicológicas superiores mediadas pela atividade social do trabalho.

### **2.2.2 – O desenvolvimento do psiquismo animal e os fundamentos da Teoria da Atividade**

Para compreendermos as características essenciais do que é uma atividade especificamente humana e o seu papel no desenvolvimento de um comportamento consciente, precisamos compreender as diferenças entre o psiquismo dos animais e a especificidade única do comportamento psíquico dos seres humanos. Para isto, apresentaremos uma breve síntese das idéias e dos principais argumentos utilizados por Leontiev no livro “Desenvolvimento do Psiquismo”, no qual ele apresenta uma base sólida para sua tese, segundo a qual tanto as características do psiquismo animal quanto as características do psiquismo humano se desenvolvem a partir dos tipos de atividades realizadas pelos organismos ao longo de sua história de vida.

Assim, a diferenciação entre estas duas formas de psiquismo deve ser feita a partir da especificidade de uma atividade que somente um ser humano é capaz de realizar. Esta atividade, denominada trabalho, é caracterizada pela presença de dois elementos interdependentes. O primeiro é o uso e o fabrico de instrumentos. O segundo é o caráter processual coletivo que só se efetua em uma relação indireta com a natureza, ou seja, a partir do intermédio de uma relação com outros homens membros de uma sociedade.

Entretanto, antes de investigarmos as vicissitudes dessa atividade, vamos expor as formas de atividade comuns a todos os animais que, de acordo com Leontiev, constituíram

as condições necessárias para o surgimento da atividade de trabalho entre os indivíduos da espécie humana.

De acordo com Leontiev, podemos observar no comportamento animal dois tipos distintos de mecanismos reflexos. O primeiro tipo caracteriza-se pelo fato de ser herdado geneticamente e estar associado unicamente aos próprios mecanismos reflexos de uma dada espécie animal, ou seja, é o resultado da evolução filogenética. O segundo tipo caracteriza-se pela aptidão intrínseca aos organismos para refletir, nas suas ligações e relações objetivas, as ações da realidade circundante. Este segundo tipo de mecanismo é denominado reflexo psíquico e está ligado, portanto, a evolução ontogenética do organismo.

Para o autor, é a complexidade da atividade vital individual aliada à evolução dos mecanismos reflexos psíquicos da espécie animal, que permitem o surgimento de organismos vivos dotados de sensibilidade. Tal evolução reside na formação de processos da atividade exterior que mediatizam as relações entre os organismos e as propriedades do meio do qual depende a conservação e o desenvolvimento de sua vida. Assim, o comportamento instintivo não deve ser visto como um comportamento inato imutável e estritamente fixado, mas como um comportamento natural intrínseco a todos os animais.

Para compreender o que seria a forma mais elementar de manifestação de um reflexo psíquico associado a um comportamento instintivo nos animais, Leontiev cita o fato de uma aranha se dirigir imediatamente na direção de um inseto que se prende em sua teia e envolvê-lo com seus fios. Os resultados de pesquisas empíricas apontam que aquilo que suscita a atividade da aranha é a vibração dos fios da teia promovida pelo bater das asas do inseto. Este fato pode ser comprovado substituindo o inseto por um diapasão vibrando. Quando o diapasão é colocado na teia, verifica-se que a aranha se dirige a este, e o envolve com seus fios, tentando mordê-lo com as mandíbulas (Rabaud, 1924 citado por Leontiev, 1978 p. 20).

De acordo com Leontiev não existe nenhum comportamento que possa ser integralmente realizado pelos reflexos inatos, insensíveis aos agentes exteriores, por um animal. Entretanto, também não existem hábitos ou reflexos condicionais que sejam independentes dos reflexos inatos. Logo, não é apenas a diferença entre os tipos de mecanismos reflexos, que asseguram a adaptação dos animais às mudanças do meio, que poderiam definir uma forma elementar de psiquismo. A distinção entre um comportamento estritamente fixado pelas características genéticas de uma espécie e um comportamento que possa vir a ser aprendido não é capaz de avançar a discussão sobre o conceito do que seria o comportamento animal.

Leontiev reinterpretou vários resultados de estudos de situações empíricas buscando nelas a estrutura fundamental da atividade desenvolvida por diferentes animais. Para facilitar a compreensão de sua interpretação, o autor utilizou o conceito de sentido biológico, definido como a relação existente entre a propriedade atuante no meio (agente, estímulo) e a satisfação da necessidade biológica. Assim, quando se alimenta sistematicamente um sapo esfomeado com vermes e, imediatamente se apresenta ao sapo um fósforo e uma bola de musgo, o sapo se atira sobre o fósforo ignorando a presença da bola de musgo. Entretanto quando se alimenta sistematicamente o sapo com aranhas e imediatamente se apresenta ao sapo o fósforo e a bola de musgo, o sapo se atira sobre a bola de musgo e não reage sobre o fósforo. Este fato pode ser explicado pela relação de sentido que foi estabelecida entre a propriedade atuante no meio (forma do objeto) e a satisfação da necessidade biológica (a alimentação). A atividade de saltar sobre um objeto esférico ou alongado modifica o sentido biológico de alimento para o animal, que é capaz de modificar seu comportamento para adaptar-se ao meio aumentando sua probabilidade de sobrevivência.

A estrutura interna e o conteúdo da atividade do sapo são, para Leontiev, idênticas as da atividade da aranha quando ela se dirige para um inseto ou para um diapasão colocado em sua teia. A aranha se dirige para a fonte vibratória, pois a propriedade da vibração dos

rios da teia se encontra, nas condições normais, em relação estável e determinada com a propriedade nutritiva (alimentação). Ou seja, a atividade da aranha é dirigida para um corpo em vibração em virtude desta propriedade ter tomado para ela, no decurso da sua evolução específica, o sentido biológico de alimento.

Esse fato é, para Leontiev, um representante legítimo do que ele identifica como o primeiro estágio de desenvolvimento do psiquismo animal. Sua particularidade é que a atividade, que acompanha o reflexo psíquico, está orientada para uma propriedade do meio que não coincide com as propriedades de que depende diretamente a vida do animal. Assim, podemos encontrar uma série de comportamentos nas mais diversas espécies animais, que expressam esta forma de psiquismo.

Um outro aspecto a ser considerado na questão do comportamento instintivo animal é que, a velocidade com a qual uma relação de sentido se forma ou se desfaz é proporcional às condições de vida da espécie animal em questão. Entretanto, essa variação da velocidade da formação de uma relação de sentido não deve ser interpretada como uma nova forma de psiquismo.

Examinaremos agora um exemplo, também utilizado por Leontiev, que se baseia nas pesquisas empíricas realizadas com sapos por Bujtendijk em 1930. Em uma destas pesquisas, foram dados aos sapos vários insetos cuja substância provocava neles uma reação negativa. Bastava um ensaio para que o sapo recusasse, durante várias horas, engolir todo inseto deste tipo ou qualquer outro com características visuais semelhantes a este inseto. Em outra pesquisa, Bujtendijk colocou um vidro entre o sapo e sua presa (no caso uma lombriga). Mesmo chocando-se várias vezes contra o vidro, o sapo demorava um longo tempo até cessar as suas tentativas para conseguir o alimento. Em uma experiência semelhante (realizada por Abbot) uma rã saltou durante 72 horas sobre uma presa envolvida em agulhas, e só cessou seus movimentos quando a epiderme de sua mandíbula superior

ficou seriamente ferida. Esse exemplo mostra a relação existente entre a velocidade de formação de uma ligação de sentido e a condição de sobrevivência da espécie animal.

*“Se durante as suas caçadas vesperais o sapo chega à vizinhança de um formigueiro e caça uma formiga, a formação rápida de um hábito protege-o então contra a ingestão doutros insetos semelhantes prejudiciais pelo seu ácido fórmico. Inversamente quando um sapo apanha uma lombriga e a perde, uma repetição de movimentos poderá ainda proporcionar-lhe o alimento esperado” (Bujtendijk, 1930, citado por Leontiev, 1978;:22)*

Além disso, as ligações de sentido têm também um caráter bilateral, ou seja, além delas provocarem um comportamento determinado pela propriedade atuante no meio (agente, estímulo), a formação das ligações de sentido faz com que a necessidade correspondente à propriedade considerada se concretize e provoque um comportamento ativo de procura em relação ao próprio comportamento considerado.

A formação de ligações rápidas de sentido rápidas também foi demonstrada nos trabalhos clássicos de Pavlov e seus colaboradores, mesmo quando não sublinharam particularmente seu papel fundamental no comportamento (Leontiev, 1978). Leontiev atribuiu a originalidade destas ligações de sentido a Darwin, que relatou:

1- *“É muito mais fácil alimentar um vitelo ou uma criança se nunca foram alimentados pela mãe do que se o foram nem que uma única vez apenas...”*

2- *“As larvas que se alimentaram, durante algum tempo, de uma determinada planta preferem morrer a comer outra, que seria perfeitamente aceitável por elas caso tivessem sido habituadas a comê-la desde o seu nascimento”.(Leontiev, 1978:X)*

Continuando com nossas análises, ressaltamos o fato de que, para Leontiev, a caracterização do que seria a expressão de um comportamento instintivo nos animais não deve ser atribuída a uma relação entre a escala evolutiva das espécies animais e uma

“escala de desenvolvimento psíquico”. Com relação a esta questão o autor é taxativo. Para ele, o ponto de vista segundo o qual considera-se verdadeira a cadeia factual “quanto mais se sobe na escala biológica, mais se aperfeiçoa a adaptação dos animais às variações do meio, mais dinâmica é a sua atividade e mais facilmente se faz a sua aprendizagem” é extremamente simplista e funcionalmente errado.

*As concepções que ligam os graus sucessivos do desenvolvimento do psiquismo a estes diferentes mecanismos de adaptação do animal ao meio estão largamente espalhados em psicologia. Assim, nesta óptica, o comportamento na base do qual se encontram os «tropismos» ou instintos dos animais seria o grau inferior do desenvolvimento psíquico; um grau superior caracterizar-se-ia por um comportamento fundado sobre reflexos condicionados, isto é, susceptíveis de se modificar individualmente (Leontiev, 1978; :32).*

*O estudo detalhado do “comportamento inato estritamente fixado” de uma dada espécie animal mostra a universalidade da adaptação individual em toda extensão do mundo animal (Pavlov, 1949 citado por Leontiev, 1978 p. 33). Até mesmo os estudos dos fenômenos análogos aos tropismos (considerados como a forma mais simples do comportamento animal inato) mostraram que essa atividade é plástica e, portanto, variável sob a influência da experiência (ver o estudo feito com as dáfnias em Leontiev, 1978: p. 33 -a 36).*

Outro conceito ligado à idéia de um “comportamento inato estritamente fixado”, em psicologia, é o instinto, visto como um comportamento hereditário que não exige qualquer aprendizagem, que se forma sob a ação de estímulos determinados, e se realiza de maneira idêntica para todos os representantes de uma mesma espécie animal.

Com relação a esse conceito, Leontiev apresenta um competente argumento no qual reinterpreta os resultados das experiências realizadas com abelhas por Fabre, em 1910,

sobre o comportamento instintivo desta espécie, e conclui a partir dos resultados de uma série de experiências com estes e outros animais que:

*O estudo detalhado do comportamento inato de uma espécie (as vespas solitárias, as aranhas, os caranguejos e outros animais) mostra, portanto, que este último de modo algum é constituído de movimentos imutáveis, fixados pela hereditariedade e cujos diferentes elos se sucederiam automaticamente; bem pelo contrário, cada um dos elos é excitado por sinais sensoriais determinados, em consequência do que o comportamento global do animal é sempre regulado pelas condições dadas e pode, portanto, variar consideravelmente (Rabaud, 1924 citado por Leontiev, 1978; 38).*

Finalmente, para Leontiev, não é possível opor um comportamento realizado pelos mecanismos reflexos inatos a um comportamento realizado pelos mecanismos reflexos psíquicos para definir o que seria o comportamento instintivo de um animal. Podemos, quando muito, afirmar que tanto os mecanismos reflexos inatos quanto os mecanismos reflexos psíquicos desempenham papéis bastante diferenciados em cada espécie animal. Por esta razão, os comportamentos inatos se manifestam (aparentemente) mais nitidamente nos insetos ao passo que os comportamentos individuais passíveis de aprendizagem se manifestam (aparentemente) mais nitidamente nos mamíferos.

Nesse caso, o conceito de comportamento instintivo deve ser revisto e o critério para diferenciar os estádios de desenvolvimento do psiquismo animal não deve ser apenas a forma através da qual se modifica principalmente a atividade animal mas sim, como já exposto, o conteúdo e a estrutura interna desta atividade e as formas de reflexo da realidade que a ela se liga. De acordo com estes critérios, Leontiev organizou o desenvolvimento do psiquismo animal em três estádios distintos.

O primeiro estágio do desenvolvimento do psiquismo, já bastante discutido ao longo deste texto, caracteriza-se pelo fato de que a atividade animal responde a uma propriedade particular do meio, a um agente ou a um grupo de agentes em razão da ligação essencial



destes com as ações de que depende a realização das funções biológicas essenciais dos animais. Dessa forma, o reflexo da realidade, ligado a esta estrutura da atividade, tem a forma de uma sensibilidade aos agentes (ou grupo de agentes), isto é, de uma sensibilidade elementar. Por isso, Leontiev denomina esse estágio de “Estádio do psiquismo sensorial elementar”.

O segundo estágio do desenvolvimento do psiquismo animal (psiquismo perceptivo) caracteriza-se pela atitude para refletir a realidade objetiva exterior, não sob a forma de sensações elementares isoladas (provocadas por propriedades ou grupos de propriedades do meio), mas sobre a forma de reflexo de coisas. Dessa forma, pode-se perceber uma distinção entre, por um lado, a orientação e o resultado final da atividade, e por outro, os modos de realização da atividade, ou seja as operações. É precisamente a existência de operações distintas na atividade que indica que os estímulos que agem sobre o animal começam a se reagrupar fazendo surgir os primeiros processos de integração dos diversos estímulos ou agentes em uma imagem única e acabada. Assim, os agentes para o quais está orientada a atividade não se confundem com a orientação da atividade.

Se no estágio do psiquismo sensorial elementar a diferenciação dos estímulos estava ligada à sua simples reunião à volta de um excitante predominante, no estágio do psiquismo perceptivo os estímulos são integrados em uma imagem única e acabada: eles reúnem-se enquanto propriedades de uma única coisa. Um experimento convincente usado para diferenciar estes dois estágios do desenvolvimento do psiquismo animal, ligado a uma mesma atividade, é o seguinte: coloca-se um alimento a uma certa distância de um animal esfomeado. Entre o animal e o alimento é colocado um obstáculo, de tal forma que o animal necessite contornar o obstáculo para chegar ao alimento. Repete-se o experimento acima várias vezes e então retira-se o obstáculo. Colocando-se um peixe na situação experimental descrita acima, observa-se que o conteúdo da atividade (a trajetória do peixe até o alimento) se conserva depois de retirado o obstáculo e só desaparece progressivamente. Entretanto,

alguns animais superiores, tais como os mamíferos, colocados num caso análogo, dirigem-se em geral diretamente para o alimento ignorando a trajetória tomada, anteriormente, na presença do obstáculo.

Para Leontiev, a explicação desse fato se liga ao estágio do desenvolvimento do psiquismo no qual se encontram os animais investigados ao desempenharem essa atividade. Assim, para o peixe, os diversos movimentos que compõe essa atividade estariam individualmente ligados à necessidade biológica de alimento, e, portanto, dependentes entre si, o que explica a persistência do animal na trajetória dada pelo obstáculo, mesmo na ausência deste. Entretanto, o comportamento dos mamíferos mostra que a trajetória tomada pelo animal está integrada a atividade de se dirigir para o alimento. Neste sentido distingue-se uma operação (a forma de se dirigir ao alimento) da atividade que é orientada para satisfazer a necessidade de nutrição.

O psiquismo da maior parte dos mamíferos, permanece no estágio do psiquismo perceptivo. Entretanto, em alguns animais observa-se um grau mais elevado que constitui um terceiro e último estágio do desenvolvimento do psiquismo animal: o estágio do intelecto. Naturalmente, o intelecto animal é algo absolutamente diferente da razão humana. Ele caracteriza-se pela capacidade, que certos animais possuem, de resolver um novo problema, a partir da reprodução de uma operação aprendida para resolver um problema análogo.

*O comportamento intelectual que se encontra nos mamíferos superiores e que atinge um desenvolvimento muito particular nos símios antropóides representa o limite superior do desenvolvimento psíquico, para além do qual começa a história de um psiquismo diferente, de um tipo fundamentalmente novo, que é exclusivo do homem, a consciência humana (Leontiev, 1978, p.59).*

Concluindo, todos os comportamentos observados no mundo animal podem ser considerados, de acordo com Leontiev, como instintivos, ou seja, não-conscientes, pois:

1 - dependem tanto dos reflexos inatos quanto dos reflexos psíquicos

2 - são plásticos

3 - estão sempre orientados para a satisfação de uma necessidade biológica

Dessa forma, o autor rompeu com a idéia da existência de um comportamento inato ou não-consciente estritamente fixado, que seria um estereótipo preexistente (herdado geneticamente), próprio de cada espécie animal.

Entretanto, não foi apenas o uso dos “instrumentos” que permitiu o desenvolvimento do comportamento consciente na espécie humana. Mesmo os animais superiores, como os símios antropóides que utilizam “instrumentos” em algumas de suas atividades, apresentam um limite com relação ao estágio de desenvolvimento psíquico atingido pelos seres humanos. Para identificar a diferença entre os instrumentos humanos e os “instrumentos” animais Leontiev, aponta a necessidade de superar a explicação baseada na freqüência com que os animais e os homens primitivos faziam do uso dos instrumentos.

*Por complexa que seja, a actividade “<<instrumental”>> dos animais jamais tem o carácter de um processo social, não é realizada colectivamente e não determina as relações de comunicação entre os seres que a efectuam. Por outro lado, por complexa que seja, a comunicação instintiva entre os membros de uma associação animal jamais se confunde com a actividade “<<produtiva”>> dos animais, não depende dela, não é mediatizada por ela (Leontiev, 1978:; 75).*

Para Leontiev são as mudanças das condições naturais de existência que levam as mudanças de comportamento dos animais, os quais, por sua vez, conduzem as mudanças nas formas do reflexo psíquico desses seres. Para ele, as diferentes formas do reflexo psíquico dos animais são geradas a partir da estrutura das atividades desenvolvidas pelos

animais e, desta forma, esse autor concluiu que todas as formas de psiquismo animal são ligadas a leis instintivo-biológicas.

Finalmente, o autor apresenta a razão pela qual o psiquismo humano se distingue do psiquismo animal: a estrutura da atividade humana é distinta da estrutura da atividade comum a todos os animais. É sobre essa questão que nós dispensaremos uma atenção especial destacando a relação entre a estrutura da atividade especificamente humana e a estrutura da consciência do homem.

### **2.2.3 - A estrutura da atividade humana**

Numa perspectiva marxista, a caracterização daquilo que é próprio do mundo historicamente construído pelos seres humanos deve ser analisado a partir das diferenças entre a atividade humana e a atividade comum a todos os animais. Essa distinção é importante para uma abordagem marxista, pois nela é colocada a questão da dialética entre necessidade e liberdade, tanto nos rumos da sociedade humana quanto na história individual de cada ser humano. Assim, no mundo animal, excetuando-se os seres humanos, não há possibilidade de liberdade. Há apenas a necessidade, “existem apenas os processos causais, espontâneos, imanentes, dos quais está ausente a ação movida por objetivos conscientes” (Duarte, 2004, p.47).

Para Marx, ao contrário das demais espécies do reino animal, os seres humanos podem construir sua liberdade, na medida em que são capazes de produzir novas necessidades que independem das condições do meio natural, diretamente ligadas à sua sobrevivência. Tal construção se realiza à medida que os seres humanos organizados em sociedade passam a produzir relações sociais a partir de decisões coletivas e conscientes, que se distinguem dos processos naturais espontâneos e dos processos sociais alienados. É, portanto, a dialética entre a necessidade e a liberdade a responsável pelo desenvolvimento de um ser humano.

*Diferentemente dos animais que agem exclusivamente para satisfazer suas necessidades, os seres humanos agem para produzir os meios de satisfazer suas necessidades (Marx & Engels, 1993, p. 30-40 citado por Duarte, 2004, p. 48-49).*

Leontiev investigou as formas de psiquismo observadas exclusivamente nos seres humanos a partir da teoria marxista do desenvolvimento social e as associou a outros tipos de necessidades, diferentes das biológicas, que são as necessidades culturais. De acordo com Leontiev, as necessidades culturais visam à produção dos meios de satisfação das necessidades biológicas.

Assim, as formas de psiquismo, exclusivas dos seres humanos, estariam ligadas à natureza sócio-histórica das relações coletivas estabelecidas entre os homens e, portanto, se caracterizariam pelo uso consciente de artefatos, ou seja, objetos culturais mediadores, tal como proposto pela primeira vez por Vygotsky.

Por um lado, a estrutura da atividade comum a todos os animais caracteriza-se por uma relação imediata entre o motivo e o objeto da atividade. O motivo é aquilo que leva um determinado animal a agir. Já o objeto é aquilo para o qual o animal se dirige. Na psicologia comum a todo o reino animal o objeto não se distingue das necessidades do ser que age sobre esse objeto. De fato, na mente de um predador, há uma fusão entre a necessidade de um alimento (motivo) e o outro animal que deve ser perseguido e abatido (objeto).

Assim, a estrutura desse tipo de atividade irá culminar em um comportamento instintivo (não-consciente) característico de todas as espécies animais. Por outro lado, a atividade especificamente humana possui uma estrutura completamente diferente. Essa atividade, denominada trabalho, se caracteriza tanto pela utilização de artefatos quanto pelo seu caráter coletivo.

*O trabalho humano, em contrapartida, é uma actividade originalmente social, assente na cooperação entre indivíduos que supõe uma divisão técnica, embrionária que seja, das funções de trabalho; assim, o trabalho é uma acção sobre a natureza, ligando entre si os participantes, mediatizando a sua comunicação. Marx escreve: “Na produção, os homens não agem apenas sobre a natureza. Eles só produzem colaborando de uma determinada maneira e trocando entre si as suas actividades. Para produzir, entram em ligações e relações determinadas uns com os outros e não é senão nos limites dessas relações e destas ligações sociais que se estabelece a sua acção sobre a natureza, a produção” (Leontiev, 1978:; 75).*

Desta forma, é o surgimento do trabalho que irá culminar na estrutura psicológica especificamente humana: o comportamento consciente.

*La división de las funciones laborales entre varias personas conduce por primera vez a la aparición de la acción. El móvil que impulsa al individuo dado a la acción puede alcanzarse únicamente como resultado del cumplimiento, por cada uno de los participantes en el trabajo colectivo, de su acción. Cada acción, tomada por separado, no alcanza su objetivo, de por sí carece de sentido vital para el individuo. De esta manera, las condiciones sociales de la actividad exigen necesariamente el surgimiento de nuevas formas de la psiquis que garanticen el reflejo por el individuo de la relación entre el motivo objetivo de la acción y su objeto, el objetivo final. Leontiev llama a la forma de la psiquis, que descubre para el hombre esta relación como una relación suya, una conciencia razonable, pensante del hombre. De modo que “junto con el nacimiento de la acción, esta ‘unidad’ básica, social por su naturaleza, de la psiquis humana: el sentido razonable para el hombre de la orientación de su actividad” (Talízina, 1988; 25).*

Leontiev se dedicou ao estudo da estrutura da atividade. Para explicar a estrutura da atividade tipicamente humana, Leontiev estabeleceu um esquema articulado composto de três níveis hierárquicos de atividade: atividade, ação e operação.

O primeiro nível, da atividade, caracteriza-se sempre pelo fato de envolver uma mediação efetivada pelas relações sociais objetivas entre um indivíduo e o restante da coletividade da qual ele é participante. A atividade é sempre orientada para um objeto e preenche um propósito específico, ou seja, possui um motivo que a direciona. Para Leontiev,

o que distingue uma atividade de outra é o seu objeto, ou seja, o seu verdadeiro motivo. No nível da atividade, os indivíduos se organizam a partir de um plano de consciência coletivo. A atividade está portanto associada à satisfação de uma necessidade coletiva que pode ser biológica ou cultural. Um traço característico desse primeiro nível de uma atividade é que o seu motivo deve, assim como na atividade de um animal, sempre coincidir com seu objetivo. Por trás das condições de divisão do trabalho, o indivíduo participa principalmente em atividades sem estar necessariamente consciente dos seus motivos. A atividade controla o indivíduo, em vez de o indivíduo controlar a atividade.

O segundo nível, da ação, exclusivo da espécie humana, só existe em relação a um todo maior e coletivo que é a atividade. A ação é um meio de realizar a atividade e, conseqüentemente, de satisfazer o motivo. Entretanto, a característica principal de uma ação é que ela está sempre orientada para um objetivo, que não coincide com o objeto/motivo da atividade, mas que só adquire um sentido pleno quando analisada em relação a esse objeto/motivo. Uma atividade pode, portanto, conter um grande número de ações independentes entre si, desde que essas estejam conectadas a atividade. É importante destacar que a atividade não é simplesmente um processo aditivo de ações e sim uma unidade fundamental que só se realiza através de ações. Desta forma a atividade deve ser vista como a unidade essencial de análise dos processos psicológicos superiores, enquanto a ação deve ser vista como um processo subordinado a um resultado que se deseja alcançar, ou seja, a ação implica necessariamente um objetivo consciente do indivíduo que só adquire um sentido em relação a um motivo independente: o objetivo da atividade.

Finalmente, existem muitas formas de realizar uma mesma ação. Estas formas de realização da ação constituem o terceiro nível da atividade: o nível da operação. A operação se caracteriza em função das circunstâncias específicas nas quais uma ação é executada. Assim, as operações não correspondem nem a um motivo e nem a um objetivo, mas sim as condições de realização da ação. O nível da operação é subordinado ao nível da ação e,

conseqüentemente, a uma consciência individual e, dessa forma, pode ser realizada em um plano não-consciente como em uma rotina mecânica automatizada realizada pelo indivíduo, por um animal ou até mesmo por uma máquina. A estrutura da atividade humana pode ser esquematizada tal como na figura 03 abaixo.

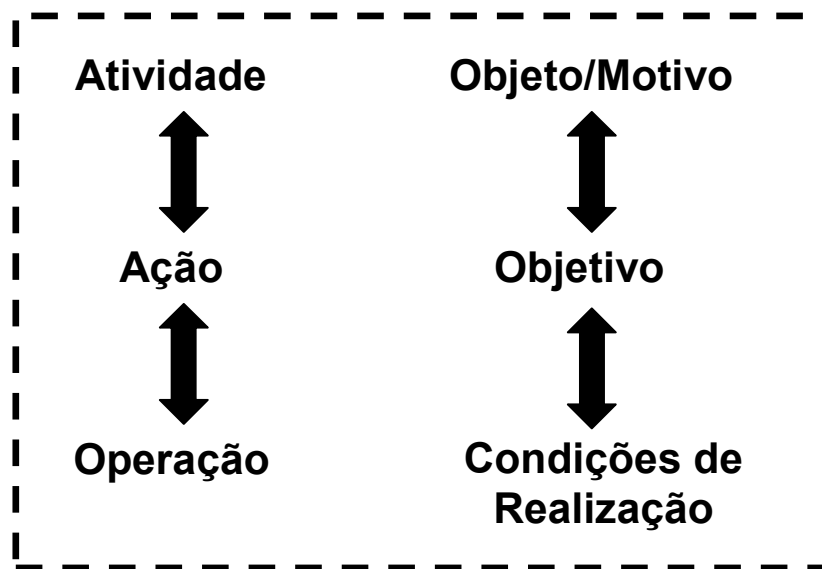
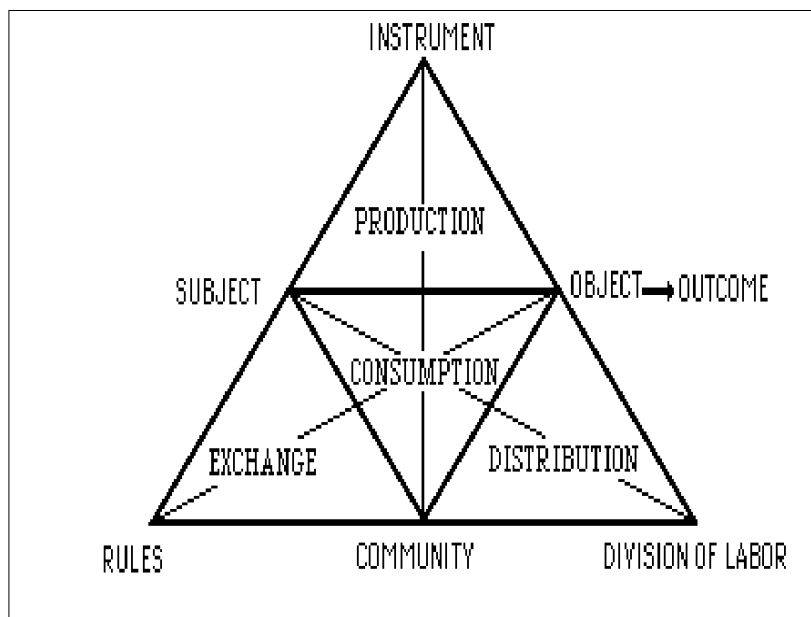


Figura 03: Esquema da Estrutura da atividade humana.

A caracterização de uma atividade pode ser feita, portanto, em relação à identificação dos seus elementos estruturais. A atividade humana deve ser vista como uma formação sistêmica, em movimento interno constante, construída em um processo histórico-social responsável pela mediação entre as respostas de um sujeito e os estímulos presentes no mundo objetivo.

A estrutura completa da atividade humana, apresentada por Engestrom em 1987, sugere a possibilidade da análise múltipla das relações dentro de uma estrutura triangular da atividade (Cedro, 2004;:31). O esquema do sistema de atividade está representado na figura 04 da próxima página.





**Figura 04: O sistema completo da atividade**

Nessa estrutura todos os elementos (sujeitos, regras, comunidade, divisão do trabalho, objetos, instrumentos, produção, troca, distribuição e consumo) devem ser analisados conjuntamente.

Os elementos externos devem ser percebidos na estrutura da atividade da seguinte forma: os sujeitos referem-se ao indivíduo ou ao grupo que realizam a atividade escolhida para a análise; as regras são as normas que regulam as ações dos sujeitos na atividade; a comunidade se refere a uma coletividade que compartilha um mesmo objeto/motivo, sendo construída de forma peculiar, distinguindo-se de outras comunidades; a divisão do trabalho refere-se a dois planos distintos e simultâneos. No plano horizontal ocorre a divisão das tarefas entre os membros da comunidade. No plano vertical ocorre a divisão do poder e conseqüentemente do status de cada sujeito; os objetos referem-se, ao “material bruto” ao qual a atividade é direcionada. Finalmente, esses objetos são moldados ou transformados em resultados (produtos), com a ajuda dos instrumentos; os instrumentos são os artefatos,

ou seja, as ferramentas físicas e mentais que mediam as ações dos sujeitos sobre o mundo objetivo.

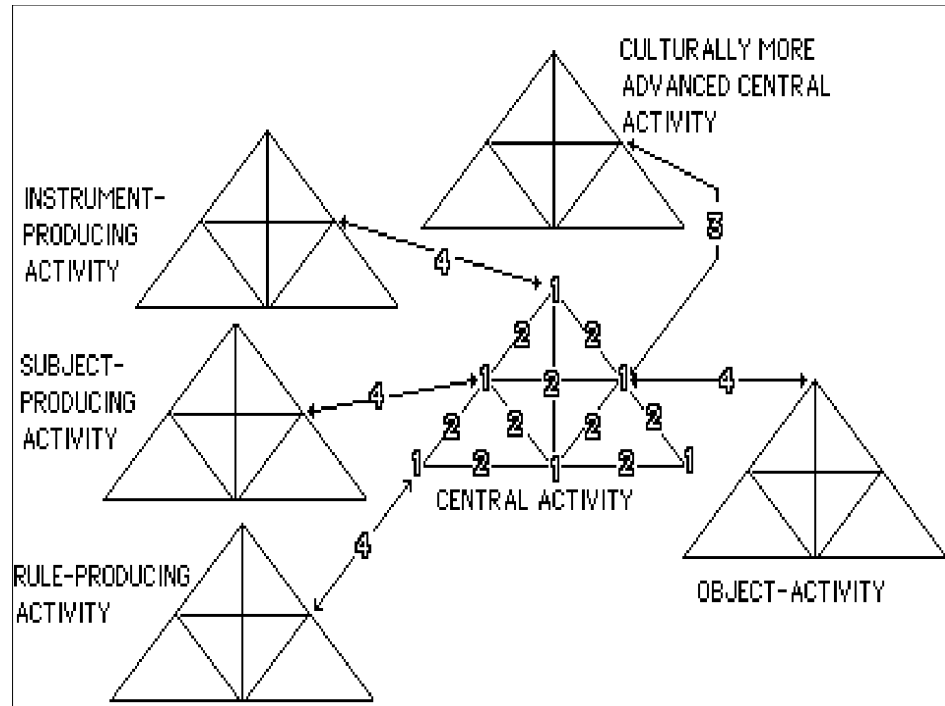
Interpretando a citação de Marx (1973), feita por Cedro (2004), inferimos que os elementos internos devem ser percebidos nas suas relações com os resultados, ou seja, com os produtos da atividade: a produção é a responsável pela criação dos produtos; a troca acrescenta parcelas extras às cotas dos produtos já divididos de acordo com as necessidades individuais; a distribuição divide os produtos de acordo com as leis sociais; o consumo é o responsável pelo avanço do produto para fora do movimento social fazendo com que o produto torne-se um objeto a ser consumido. Além disso, esses elementos internos apresentam uma relação de simultaneidade aumentando a complexidade do esquema da atividade.

Para a teoria da atividade, tanto a atividade humana como os artefatos que servem para mediá-la com o mundo objetivo surgem através da interação social. Assim sendo, o que um indivíduo é, e a forma como ele vê e atua no mundo, têm forte influência do contexto social em que ele vive.

Para o surgimento e desenvolvimento dos processos psicológicos superiores, o indivíduo não só precisa interagir com o mundo e a sociedade à sua volta de forma engajada com os artefatos que mediam suas relações, como também deve internalizar as suas estruturas de ação e os próprios significados atribuídos aos artefatos. O processo de internalização não corresponde à cópia das estruturas externas para o plano de consciência, mas à recriação interna, influenciada também por fatores idiossincráticos destas estruturas, ou seja, à própria construção da consciência.

As atividades humanas não existem de forma isolada. Elas constituem uma rede de sistemas de atividades sujeitas, portanto, a contradições, que tornam o sistema dinâmico. É a partir dessas contradições no sistema da atividade que se dá o desenvolvimento das funções psicológicas superiores nos seres humanos. De acordo com Engeström (1998),

citado por Cedro (2004), na análise da atividade humana, quatro níveis de contradições podem ser discernidos. Esses níveis estão ilustrados na Figura 05, uma elaboração do modelo da atividade.



**Figura 05: As contradições do sistema de atividade**

Nessa figura, os níveis representados significam:

Nível 1 – contradições primárias dentro de cada elemento constituinte da atividade central;

Nível 2 – contradições secundárias entre os elementos constituintes da atividade central;

Nível 3 – contradições terciárias entre o objeto/motivo da atividade central e o objeto/motivo de uma atividade central culturalmente mais avançada;

Nível 4 – contradição quaternária entre a atividade central e as atividades vizinhas.

Nos textos fundadores da teoria da atividade no contexto socio-cultural, já apresentavam elementos de uma certa distributividade da ação. Atualmente, os pesquisadores dessa vertente buscam compreender a liberdade da ação em situações complexas, geralmente de trabalho coletivo, como em grupos multidisciplinares de atendimento nas emergências médicas ou práticas profissionais de alto risco. Nos buscamos analisar uma situação de ensino que apresenta uma intencionalidade explícita. Nosso interesse em aplicar a teoria da atividade se repousa no fato de ela nos trazer reflexões sobre a liberdade de ação consciente dos sujeitos envolvidos na execução de tarefas compartilhadas. Em uma situação de ensino, como em outras situações complexas de trabalho, é difícil os atores sempre estabelecerem claramente as relações entre as finalidades de suas ações individuais e as metas/objetivo mais duráveis do sistema de atividade coletivo. Em geral, como destaca Engeström (2006:141) quando analisa outros sistemas de atividades complexos, essas metas/objetivos individualmente parecem vagos, fragmentados e dificilmente não são contestáveis. Paradoxalmente são esses mesmo que orientam a atividade coletiva e lhe confere uma finalidade. No caso do ensino, é o professor que disponibiliza as metas e objetos para a materialização das ações e gerencia a finalidade da atividade. Nosso interesse é, portanto utilizar a teoria da atividade para observar a emergência das contradições na execução das ações e operações propostas pelo professor. Essas contradições podem levar a ação consciente do sujeito sobre as metas/objetivos da atividade.

### **3 – Objetivos e métodos de pesquisa**

Retomando a tese proposta em nossa pesquisa:

Consideramos que existe um papel implícito nas atividades experimentais tradicionais de bancadas. Este papel é estabelecer um elemento discursivo a partir do qual os procedimentos experimentais realizados pelos estudantes podem ser confrontados criticamente com o intuito de produzir uma conclusão específica para a atividade realizada. Desta forma, tratamos este elemento como uma entidade denominada de “dado empírico” e investigamos sua ontogênese. Nossa hipótese é que esse elemento se desenvolve a partir das relações de estranhamento que os estudantes estabelecem entre os resultados experimentais e as operações e ações realizadas para sua obtenção.

Relacionados à avaliação da nossa tese de pesquisa, estabelecemos os seguintes objetivos:

- 1 - Desenvolver uma ferramenta analítica baseada na teoria da atividade para analisar situações discursivas de ensino e aprendizagem de Ciências para caracterizar as dinâmicas discursivas específicas das atividades experimentais.
- 2 - Aperfeiçoar os instrumentos de análise dos registros em áudio e vídeo de situações de aulas experimentais em laboratórios didáticos de física (Villani, 2002)
- 3 - Identificar as diferentes etapas da ontogênese dos dados empíricos nas atividades experimentais realizadas no laboratório didático investigado.

Nossos métodos visam explicitar os meios através dos quais propomos investigar a veracidade ou a falsidade da nossa tese tendo como referencial de análise a Teoria da Atividade exposta no item 2.

Inicialmente, refletimos sobre o fato do fenômeno a ser investigado ser uma prática interativa altamente dependente da forma de gestão da aula. Assim, para investigar o fenômeno da ontogênese do dado empírico em sua dimensão interativa, optamos por observar as aulas de um professor com grande experiência no magistério de uma disciplina experimental. A metodologia de coleta de dados foi transposta de um quadro teórico sócio-comunicacional (Nascimento, 1999) e é baseada em uma observação de cunho etnográfico, visando a adaptação do pesquisador à cultura do laboratório observado.

A disciplina escolhida: “Introdução à Física Experimental” é integralmente ministrada em um laboratório didático cujas condições materiais previstas são as mais próximas possíveis daquelas propostas por seus idealizadores. Essa escolha foi fundamental para a obtenção de um dado qualitativo específico, que é a opção pelo trabalho em díades no laboratório. Finalmente, destacamos que o objeto a ser investigado, na pesquisa, guarda uma ligação com as práticas discursivas<sup>21</sup> presentes nesse ambiente de laboratório, mas que não serão analisadas no contexto desta pesquisa.

Todas as escolhas realizadas acima culminaram em duas operações de coleta de dados. A primeira consistiu em registrar as práticas interativas presentes em uma seqüência de aulas de laboratório, de uma turma de alunos do ensino superior, em um caderno de campo, por meio da realização de anotações pessoais, em áudio, com um gravador portátil e, em vídeo, com uma filmadora digital.

---

<sup>21</sup> Utilizamos o termo “prática discursiva” em vez de “discurso” para frisarmos que o discurso é visto, neste trabalho, como uma forma de ação sobre o mundo produzida fundamentalmente nas relações de forças sociais (Charaudeau & Mangueneau, 2004)

A segunda consistiu em transformar o registro dessas práticas interativas em quadros de narrativa das ações de cada uma das aulas (Villani, 2002; Villani & Nascimento 2003; Nascimento & Villani, 2004) para organizar o maior número de informações pertinentes para o nosso estudo. Esta segunda operação constituiu a primeira etapa de análise dos dados, uma vez que as opções do pesquisador para a construção destes quadros não são aleatórias, mas construídas em função do referencial teórico escolhido e do próprio objeto de pesquisa (Ochs, 1979).

A metodologia desta pesquisa está dividida, portanto, em dois momentos distintos. No primeiro, item 3.1, apresentamos os procedimentos de acesso ao campo e de coleta de dados brutos. No segundo, item 3.2, apresentamos os instrumentos que nos permitiram obter transcrições em diversos níveis e que se constituíram como a matéria bruta de análise desta pesquisa.

### ***3.1 – A metodologia de coleta de dados***

Formalizamos junto ao diretor do Instituto de Ciências Exatas, ao coordenador do colegiado de curso de Física e ao professor da disciplina de Introdução à Física Experimental a solicitação de realização da pesquisa nas dependências físicas de um dos laboratórios da instituição. A formalização se deu através de um protocolo de pesquisa, encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais – COEP, contendo todas as cartas e solicitações necessárias ao desenvolvimento da investigação. O COEP aprovou no dia 10 de agosto de 2005 (anexo 01), depois de atendidas as solicitações de diligência como já citado anteriormente (anexo 02), o projeto intitulado “O papel das atividades experimentais na Educação em Ciências: análise da ontogênese dos dados empíricos nas práticas discursivas de alunos no Laboratório Didático de Física do

Ensino Superior” bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do projeto (anexo 03).

### *Questões Éticas*

Nosso estudo respeitou as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional em Saúde (1996) envolvendo pesquisas com seres humanos, e as recomendações do COEP da UFMG. Os objetivos, a relevância da pesquisa para a área de Educação em Ciências, os riscos para a influência na aprendizagem dos alunos e os procedimentos metodológicos do estudo foram informados oralmente para o professor e para a turma investigada por meio de uma exposição formal do pesquisador no primeiro dia de aula. Também foi estabelecido para os sujeitos o livre acesso ao projeto encaminhado ao COEP para que eles pudessem verificar o compromisso assumido com eles pelos pesquisadores.

Os voluntários receberam o termo de Livre e Esclarecido contendo um pequeno resumo do projeto no qual são explicitados os possíveis riscos e benefícios de sua participação. Todos os alunos da turma concordaram em iniciar o projeto e foram esclarecidos sobre a possibilidade de deixar de participar do mesmo a qualquer momento sem a necessidade de justificar sua desistência. Além disso, foi estabelecido junto aos alunos e ao professor que o projeto também poderia ser interrompido a qualquer momento pelos critérios explicitados no protocolo de pesquisa encaminhado ao COEP. Foram tomadas todas as precauções no intuito de preservar a privacidade dos voluntários, sendo que o bem estar desses esteve sempre acima de qualquer outro interesse.

### *Os sujeitos da pesquisa:*

A pesquisa envolveu a participação de um professor universitário e de uma turma formada por alunos de diferentes cursos de graduação da disciplina de Introdução à Física Experimental. A seleção da turma se deu em função da escolha de um professor singular



(ex-coordenador da referida disciplina), com grande experiência no magistério de disciplinas experimentais de laboratório e que desenvolve pesquisas na área de Física Experimental. Os sujeitos foram investigados durante a execução das atividades experimentais previstas na própria estrutura da disciplina.

Participaram da pesquisa 01 professor e 15 alunos universitários. As aulas foram observadas de tal forma a permitir a reconstrução do contexto discursivo mais abrangente da situação estudada. Todos os sujeitos participantes da pesquisa possuíam idade superior a 18 anos e se encontravam vinculados à instituição investigada, sendo que todo o estudo foi conduzido nas dependências físicas dessa mesma instituição.

*Material:*

A) Para a coleta de dados foram utilizados 05 instrumentos:

Instrumento 1: Filmadora Digital de 8mm com Tripé.

Instrumento 2: Filmadora Digital Mini-DV

Instrumento 3: Gravador de Áudio Digital.

Instrumento 4: Caderno de campo.

Instrumento 5: Roteiro de entrevista estruturada com o professor da turma investigada (anexo 04).

B) Para a transcrição e análise dos dados estão sendo utilizados os seguintes equipamentos e materiais para consumo diversificados<sup>22</sup>:

Equipamento 1: Computador Pentium IV, 512Mb de memória, HD de grande capacidade (120 Giga Bytes) equipado com gravador de CD (para arquivar os dados brutos obtidos) e placa de captura de imagens e vídeos (ATI "All-IN-WONDER™ 128 PRO).

Equipamento 2: Software Transana (gratuito) para transcrição das fitas de áudio e vídeo e tratamento de sons e imagens ([www.transana.org](http://www.transana.org)).

Trabalhamos dentro de um quadro de observação etnográfica, logo estávamos inseridos na cultura do laboratório didático observado. Realizamos observações sistemáticas, com registro de áudio e vídeo das aulas de laboratório, ao longo de todo o segundo semestre de 2004. Neste período, procuramos conhecer a dinâmica das aulas ministradas pelo professor da turma. Também procuramos executar um “duplo movimento” de aproximação/afastamento para identificar e caracterizar a cultura do laboratório, uma vez que o pesquisador foi aluno e freqüentou os diversos laboratórios da instituição durante o curso de graduação. Assim, se por um lado, o pesquisador conheceu uma série de aspectos particulares da instituição, por outro, sua proximidade poderia fazer com que alguns aspectos essenciais da pesquisa passassem despercebidos devido a esta mesma proximidade.

Todos os alunos da turma estiveram submetidos diretamente à influência dos instrumentos de coleta de dados por, pelo menos, uma aula durante período compreendido entre 24/08/2004 e 14/12/2004. Somente a aula inaugural (na qual não foi realizada uma

---

<sup>22</sup> Dezesete fitas cassete de sessenta minutos de áudio, cinco fitas digitais no formato de oito mm, dezoito fitas digitais no formato mini DV, vinte e quatro discos de CDs para gravações, cartuchos e papel para impressão.

atividade experimental) foi acompanhada exclusivamente com observação. O *Corpus* desta pesquisa é composto por: 05 fitas digitais no formato 8mm, 19 fitas digitais no formato mini DV, 16 fitas cassete, 01 caderno de campo com 94 páginas contendo anotações pessoais das aulas observadas, 01 apostila com informações sobre o trabalho experimental e com os roteiros das práticas, 01 avaliação e alguns relatórios cedidos voluntariamente pelos alunos para fins de pesquisa. Este *Corpus* possui, portanto, aproximadamente 24 horas de gravações em vídeo e 16 horas de gravação em áudio, que correspondem às 13 aulas registradas e a entrevista com o professor da turma. Além disso, os registros no caderno de campo correspondem à cerca de 40 horas de anotações de aulas acompanhadas pelo pesquisador.

Realizamos também uma entrevista com o professor da turma na qual foi fornecido ao mesmo um roteiro (a transcrição da entrevista e o seu roteiro constam no anexo 04) contendo todas as perguntas que lhe seriam feitas, com uma semana de antecedência. Esse procedimento visou estabelecer um vínculo ético uma vez que, mesmo antes de se iniciar a entrevista, o professor poderia assinalar previamente as questões que ele gostaria de eliminar da entrevista, além de proporcionar a oportunidade para que o professor pudesse obter alguns dados significativos para caracterizarmos a disciplina em seu contexto mais amplo dentro da instituição.

Para trabalharmos este *Corpus*, digitalizamos todas as fitas de vídeo utilizando uma placa de captura de imagens e vídeos (ATI "All-IN-WONDER™ 128 PRO). Salvamos os registros das fitas de vídeo no formato: Extensão MPEG-1, Vídeo 352 x 240, NTSC (525) 1,05 M Bit/s, Áudio 22.015 kHz, 16 Bit, Stéreo. Este formato permite uma ótima resolução de imagem e som e, por isso, fez com que cada fita gravada pudesse corresponder a aproximadamente 650 MB, permitindo sua reprodução em CDs. Assim, foi constituído um banco de dados com cerca de 24 CDs com as aulas em vídeos no formato MPEG-1, que podem ser facilmente reproduzidos em computadores com diversos softwares e também em

aparelhos de DVD. Nesse novo formato, trabalhamos os vídeos visando produzir transcrições das aulas com um software gratuito denominado “Transana” na versão 1.24 ([www.transana.org](http://www.transana.org)). Também utilizamos as informações complementares registradas nas fitas de áudio e nas anotações do caderno de campo para produzirmos essas transcrições, cujo formato se apresenta como quadros-síntese das atividades desenvolvidas nas aulas. Estes procedimentos foram fundamentais para investigarmos as práticas interativas nas quais se manifesta o elemento chave dessa pesquisa: o dado empírico.

### **3.2 – A metodologia de análise dos dados**

Para realizarmos as análises dos dados utilizamos duas estratégias distintas de transcrição. A primeira consiste em obter os “quadros de narrativas das ações” das aulas observadas. A segunda consiste em promover transcrições literais das falas dos sujeitos observados em situações de entrevista ou nos cliques identificados nos quadros de narrativa das ações.

Os quadros de narrativa das ações foram desenvolvidos durante o mestrado (Villani, 2002) e aperfeiçoados ao longo do doutorado, sendo amplamente testados e divulgados na forma de artigos em encontros e periódicos da área de Educação em Ciências (Villani e Nascimento, 2003 e Villani e Nascimento, 2002, Vieira, 2007). Ao longo desse período, identificamos a necessidade de ampliá-los para outras situações de sala de aula bem como para outras situações de laboratório. Nesta tese, apresentamos a forma já adaptada dos quadros que amplia consideravelmente o seu alcance para a pesquisa na área.

A principal função dos quadros de narrativa das ações é dividir o vídeo em porções menores, denominadas “clipes”, que podem ser trabalhadas para obtermos dados para análise global das interações da aula observada. Além disso, esses quadros têm a função de organizar a estrutura de um banco de dados de pesquisa. Para isso, é importante definir

unidades que possam ser identificadas e analisadas por outros pesquisadores de acordo com critérios objetivos de transcrição. A figura 06 mostra um exemplo dos quadros de narrativa das ações e na figura 07 destacamos o cabeçalho do mesmo.

Aula 01 - Fita Única - Experiência 1 - Princípio de Arquimedes: determinação da densidade de um líquido - 24/08/04										
Nº Clip	Tempo (min:s)	Duração (min:s)	Mise en scène				Narrativa das Ações dos Participantes	Temas/Objetivos das ações	Observações	
			Organização do Espaço		Organização dos Sujeitos					
			Sítio	Recursos Materiais	Pares de Interlocução	Arranjo				
7	1	00:00	13:37	S1	X	PI1	A1	<p>O professor inicia a aula destacando e expondo oralmente os assuntos abordados na aula inaugural. A seguir ele descreve o funcionamento do laboratório e utiliza o quadro negro como suporte para desenhar a dinâmica de funcionamento das próximas aulas. Finalmente ele passa a explicar os assuntos e procedimentos específicos das 4 primeiras aulas de laboratório. O professor faz uma exposição teórica sobre o trabalho comum às experiências 1,2,3 e 4 explicando que nelas os alunos irão realizar experimentos de diferentes campos da física mas que possuem como característica comum o fato de trabalhar com variações lineares entre duas grandezas físicas. Nessa última explicação, o professor procura explicitar: (A) a importância de compreender os métodos de tratamento de dados usados em situações com variações lineares entre grandezas físicas; (B) As operações que o computador realiza para estabelecer os parâmetros de ajuste de retas em gráficos lineares (método dos mínimos quadrados); (C) O conjunto de operações necessárias para obter o gráfico e os parâmetros da reta fornecida no computador e (D) Os procedimentos de análise dos dados obtidos.</p>	<p>1 - Recapitulação dos assuntos abordados na aula anterior. 2 - Explicação sobre o funcionamento do laboratório. 3 - Exposição teórica sobre o trabalho comum às experiências 1,2,3 e 4.</p>	<p>Durante praticamente todo o clip os alunos permanecem em silêncio escutando as explicações do professor. A utilização do quadro se tornou mais intensa na medida em que o professor abordou os temas relacionados aos processos de tratamento e análise de dados. No final desse clip um aluno fez uma pergunta sobre o pré-relatório que foi rapidamente respondida pelo professor.</p>
8	2	13:37	03:53	S3	RM1/RM2	PI4	A3	<p>Os alunos lêem as primeiras instruções da experiência a ser realizada e em seguida verificam os materiais empíricos que estão sobre a sua bancada de trabalho. AO1 se levanta de sua cadeira vai até o outro lado da sua bancada e começa a manipular o material verificando as condições para realizar a medida do peso de um cilindro de alumínio. Após limpar o cilindro de alumínio com um guardanapo de papel ele e ajusta a altura da garra e realiza uma montagem com um dinamômetro preso a garra e ao cilindro cujo peso se deseja determinar. AO1 retorna à sua posição normal na bancada e se junta a AO2. Os alunos fazem juntos a leitura da indicação da medida no instrumento e procuram verificar a congruência entre as leituras do peso do cilindro realizadas individualmente por cada</p>	<p>1 - Preparação para iniciar a atividade experimental. 5 - Realização de uma medida experimental. 6 - Discussão sobre o registro do valor</p>	<p>O professor reuniu os alunos que iam iniciar a experiência 3 na bancada central da terceira fila de bancadas do laboratório para expor algumas considerações e recomendações sobre as particularidades desta experiência. Durante todo o clip o professor permanece nessa posição aguardando os alunos</p>

Figura 06: Trecho do quadro de narrativas

Aula 01 - Experiência 1 - Princípio de Arquimedes: determinação da densidade de um líquido - 24/08/04									
Nº Clip	Tempo (min:s)	Duração (min:s)	Mise en Scène				Narrativa das Ações dos Participantes	Temas / Objetivos das ações	Observações
			Organização do Espaço		Organização dos Sujeitos / Grupos Sociais				
			Sítio	Recursos Materiais	Pares de Interlocução	Arranjo			

Figura 07: Cabeçalho com as colunas dos quadros de narrativas das ações

Nos quadros temos dez colunas que são preenchidas no decorrer do processo de transcrição de uma fita. A metodologia completa para a construção do quadro de narrativas consta no anexo 05.

Em função das nossas pretensões de trabalho, escolhemos como instrumento de transcrição e análise o software Transana 1.24 e adaptamos os descritores que compõem o quadro de narrativas das ações de forma a trabalhar em consonância com a estrutura do software. A tela de trabalho do software conta com quatro janelas que podem ser visualizadas na figura 08.

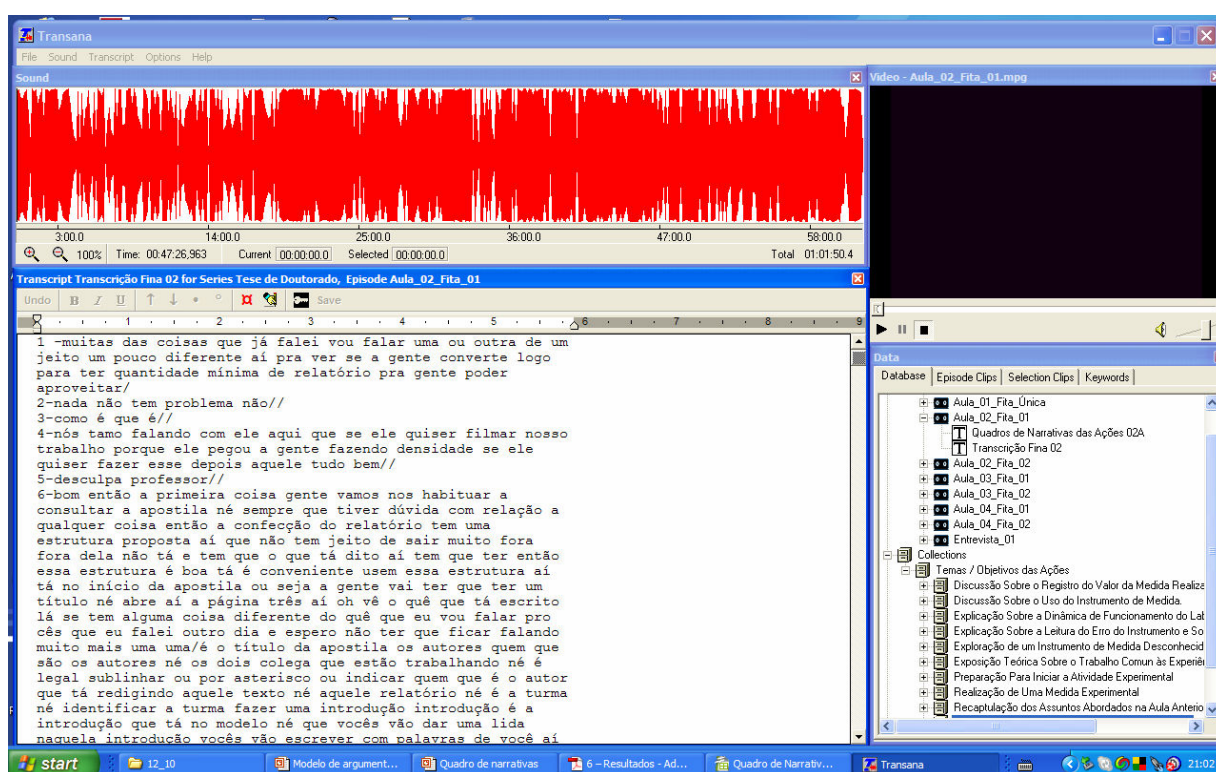


Figura 08: Tela de trabalho do software Transana 1.24

A janela localizada na parte superior à esquerda da figura 08 mostra a função de onda do som da fita de vídeo ajudando a localizar com precisão os cliques e, principalmente, os momentos de troca de turnos de fala. À direita dessa primeira janela o vídeo pode ser visto de forma simultânea com a janela de transcrição (parte inferior à esquerda da figura 08) e com a janela da função de onda. Finalmente, uma última janela, localizada na parte inferior à direita na figura 08, mostra a estrutura em forma de raiz do banco de dados que pode ser recuperado e analisado.

O software Transana 1.24 permitiu reunir em um único banco de dados um conjunto de fitas de vídeo relacionadas entre si. Esse conjunto de fitas foi identificado no software como uma “Série” e indexado aos quadros de narrativa e aos outros dois níveis de transcrições realizados. No nosso caso, reunimos o conjunto de aulas da disciplina “Introdução à Física Experimental” em uma série denominada “Tese de Doutorado

## 4 – Resultados

Em nosso estudo elaboramos um modelo para explicitar de forma holística a prática interativa dos estudantes durante a realização de uma atividade experimental tradicional de bancadas. Chamamos de prática interativa o conjunto de ações e/ou operações mediadas pelos diferentes sistemas semióticos colocados a disposição dos estudantes nesse contexto específico. Esta prática engloba os discursos associados às atividades experimentais e exigiu a construção de um modelo sintético que fosse capaz de considerar as diferentes dinâmicas presentes nas práticas interativas analisadas.

O modelo foi desenvolvido a partir dos nossos resultados encontrados no trabalho de mestrado intitulado “As práticas discursivas argumentativas de alunos do ensino médio no laboratório didático de Física”, onde apresentamos a dinâmica argumentativa estabelecida em uma laboratório didático do ensino médio. Este modelo foi submetido à avaliação em eventos e encontros de pesquisa nacionais e internacionais.

Nessa tese, ampliamos significativamente o modelo a partir incorporação de dois elementos da teoria da atividade: a operação e a ação. O ajuste de tais elementos ao modelo se articulou a partir da interpretação exaustiva de todos os nossos dados, ou seja, dos quadros de narrativas das ações, das transcrições do discurso obtidas a partir da escuta fitas de vídeo, das anotações do caderno de campo e da transcrição da entrevista realizada com o professor da disciplina.

O modelo apresenta os elementos fundamentais da prática interativa dos estudantes em “caixas” e as possíveis relações estabelecidas entre tais elementos por linhas e setas. O conjunto integrado dos “caminhos” que ligam os diferentes elementos representados em caixas, indica as diferentes dinâmicas interativas observadas. Neste trabalho não investigaremos a natureza dessas dinâmicas limitando-nos a interpretação global da



intenção explicitada no discurso dos interlocutores. Na figura 9 apresenta-se o modelo empírico completo.

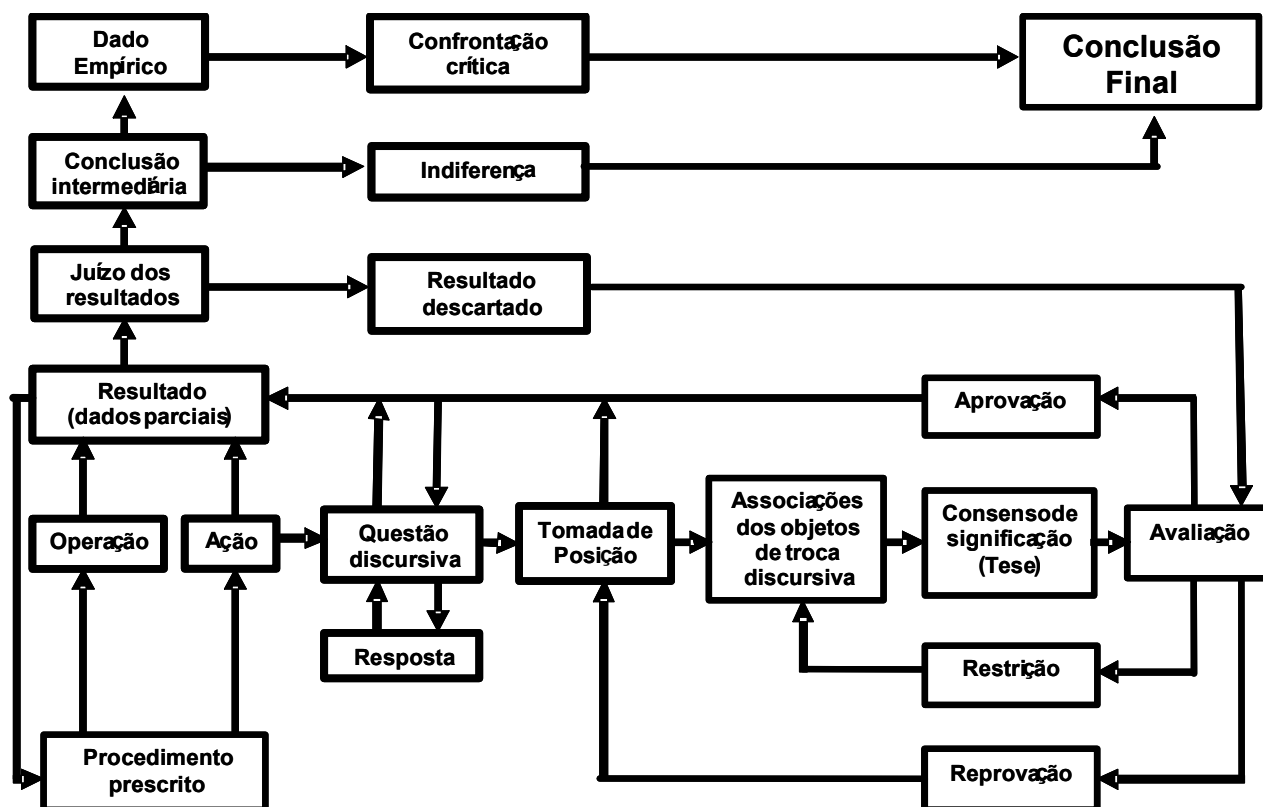


Figura 09: O modelo empírico desenvolvido

Para demonstrar nosso modelo escolhemos uma situação de realização de uma atividade experimental tradicional de bancadas cujo tema foi “Princípio de Arquimedes: determinação da densidade de um líquido” Esta atividade foi selecionada em função dos interesses gerais de pesquisa e de alguns aspectos técnicos relevantes da própria situação estudada.

## **4.1 - O contexto investigado**

### **4.1.1 - O contexto geral da disciplina<sup>23</sup>**

A disciplina “Introdução à Física Experimental” é a primeira de um conjunto de 04 disciplinas experimentais dentro da estrutura do ensino básico de física da UFMG. Ela faz parte do currículo de cerca de 10 cursos de graduação e atende entre 550 a 600 estudantes dos cursos de ciências exatas da referida instituição por semestre. A disciplina é ministrada em dois laboratórios exclusivos e conta com um técnico para a manutenção e substituição dos instrumentos eletrônicos de medidas e com um monitor responsável pela organização e preparação das atividades. Os estudantes são distribuídos em cerca de 30 a 32 turmas com 18 alunos por turma nos turnos diurno e noturno. Excepcionalmente, contrariando as orientações de matrículas, são formadas turmas com mais de 18 estudantes. Este fato é mais comum nas turmas do turno noturno onde os horários disponíveis são mais restritos. As taxas de evasão e repetência são baixas principalmente quando comparadas com estas mesmas taxas em disciplinas teóricas.

A disciplina é dividida em quatro unidades, sendo a primeira composta de uma única atividade introdutória onde são apresentados as informações gerais da disciplina e desenvolvidos alguns exercícios simples simulando situações de trabalhos experimentais. As outras três unidades são divididas blocos de atividades experimentais nos quais são abordados conteúdos de diferentes áreas da física (mecânica, termodinâmica, hidrodinâmica, eletromagnetismo, óptica e ondas, etc.) respeitando seu nível introdutório. Os blocos são formados tendo como referência um conteúdo experimental específico

---

<sup>23</sup> Informações obtidas a partir da entrevista realizada com o professor da turma investigada e da análise dos demais instrumentos utilizados na pesquisa (caderno de campo, quadros de narrativas das ações e transcrições em primeiro nível do discurso do professor e dos estudantes no laboratório investigado).

relacionado aos métodos de tratamento de dados em cada bloco de atividades. Desta forma no bloco I, constituído pelos experimentos 1, 2, 3 e 4, são estudados os fenômenos físicos que envolvem relações lineares entre grandezas. O tratamento numérico de dados abordado nesses experimentos é o processo de regressão linear. No bloco II encontram-se os fenômenos que envolvem relações não-lineares entre as grandezas envolvidas. Este bloco é constituído pelos experimentos 5, 6 e 7. Nesse segundo bloco, o método numérico de tratamento de dados é o processo de linearização. Finalmente o bloco III, constituído pelos experimentos 8 e 9, trabalha a aplicação dos conhecimentos adquiridos e os estudantes são expostos a conceitos e instrumentos um pouco mais sofisticados.

Os experimentos podem variar de semestre para semestre mas sempre respeitando a constituição de blocos que contemplam a ementa<sup>24</sup> da disciplina. O critério de agrupamento das atividades em blocos permite que sejam executados diferentes experimentos simultaneamente no laboratório. A avaliação dos estudantes é feita ao longo do semestre a partir das avaliações dos relatórios. O prazo para a correção dos relatórios pelo professor é de uma semana a partir da realização de cada atividade experimental. Os relatórios são feitos pelas díades e avaliados em 40% da nota final da disciplina. Os 60% restantes dos pontos são distribuídos em duas provas individuais. A primeira prova, valendo 20% do total de pontos do semestre é realizada ao término da última atividade do bloco I e a prova final, valendo os restantes 40% dos pontos, é realizada nas duas últimas semanas do curso e engloba todo o conteúdo desenvolvido na disciplina. As provas correspondem à execução de uma atividade experimental presente na apostila. A turma é dividida em duas subturmas para a realização da prova. Os alunos se preparam para as duas possibilidades de atividades experimentais propostas. As atividades ficam montadas sobre as bancadas durante as duas semanas de realização das provas. No dia da prova o professor sorteia a atividade que será

---

<sup>24</sup> EMENTA: Utilização de aparelhos de medida. Obtenção, tratamento e análise de dados obtidos em experimentos de Física. Apresentação de resultados (<http://www.fisica.ufmg.br/~lab1/>).

realizada por cada aluno, sendo a nota da avaliação atribuída ao respectivo relatório entregue ao final da aula. Abaixo, apresenta-se sucintamente o cronograma com as respectivas atividades realizadas ao longo do semestre letivo da turma investigada<sup>25</sup>.

DATA	ATIVIDADES <sup>26</sup>	CONTEÚDO
17 de Agosto de 2004	Introdução Geral	Informações Gerais + contato inicial
24 de Agosto de 2004	Experiências 1, 2 e 3	Estudo de fenômenos envolvendo relações lineares entre grandezas; tratamento numérico de dados: regressão linear; contato com instrumentos de medida.
31 de Agosto de 2004	Experiências 1, 2 e 3	
14 de Setembro de 2004	Experiências 1, 2 e 3	
21 de Setembro de 2004	Experiência 4	
28 de Setembro de 2004	Primeira Prova (opções A e B – 20 pontos)	Conteúdo das experiências 1, 2, 3 e 4
05 de Outubro de 2004	Primeira Prova (opções A e B – 20 pontos)	
19 de Outubro de 2004	Experiências 5, 6 e 7	Estudo de fenômenos envolvendo relações não lineares entre grandezas; tratamento numérico de dados: linearização; contato com instrumentos de medida.
26 de Outubro de 2004	Experiências 5, 6 e 7	
09 de Novembro de 2004	Experiências 5, 6 e 7	
16 de Novembro de 2004	Experiências 8 e 9	Aplicação dos conhecimentos adquiridos; contato com conceitos e instrumentos um pouco mais sofisticados.
23 de Novembro de 2004	Experiências 8 e 9	
07 de Dezembro de 2004	Segunda Prova (opções A e B – 40 pontos)	Conteúdo das experiências 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.
14 de Dezembro de 2004	Segunda Prova (opções A e B – 40 pontos)	

<sup>25</sup> Os conteúdos do quadro foram transpostos da apostila da disciplina.

<sup>26</sup> Os títulos das experiências propostas na apostila são respectivamente apresentados de acordo com a ordem cronológica da disciplina e listados como: Experiência 1 – Princípio de Arquimedes: determinação da densidade de um líquido. Experiência 2 – Aplicação do efeito Joule: medida do calor específico da água. Experiência 3 – Lei de Ohm – determinação da resistência elétrica de resistores. Experiência 4 – Lei de Hooke: deformação de molas helicoidais. Primeira prova opção A – lei de Hooke: deformação elástica de uma haste metálica. Primeira prova opção B – Determinação da resistividade elétrica de um fio. Segunda prova opção A – Descarga de um capacitor: resistência interna de um voltímetro. Experiência 5 – Colisões inelásticas: coeficiente de restituição. Experiência 6 – O pêndulo simples. Experiência 7 – lei de Hooke: flexão em uma haste e o módulo de flexão. Experiência 8 – Processo irreversível e deformação inelástica. Experiência 9 – determinação da velocidade do som em metais. Segunda prova opção B – Oscilações em um sistema massa-mola.

#### 4.1.2 - O contexto das aulas observadas

As aulas foram ministradas em um laboratório muito organizado que possui duas áreas bastante distintas. A primeira é composta por 9 bancadas distribuídas em três filas com três bancadas em cada fila. Nessa primeira área os estudantes ficam assentados de frente para um grande quadro negro sendo que os instrumentos de medidas e as montagens experimentais ficam expostos sobre as respectivas bancadas. A segunda área é composta por duas bancadas organizadas em L nas quais são dispostos uma impressora, e quatro computadores. Os estudantes são instruídos a organizarem suas bancadas deixando-as sempre da mesma forma que as encontraram antes do início da aula. O layout do laboratório está representado na figura 10.

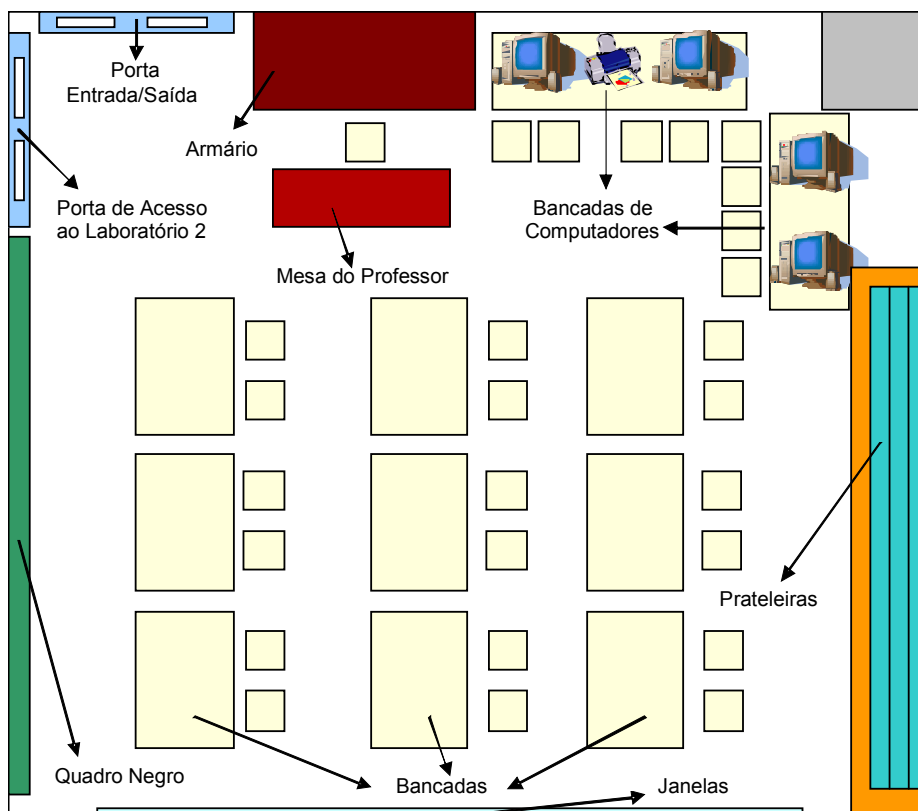


Figura 10: Layout do laboratório observado

Nos conjuntos formados pelas experiências (1, 2 e 3) e (5,6 e 7) observamos uma prática interativa diferenciada. Nas situações de realização destas atividades foram montados três conjuntos de cada experiência alinhadas em cada uma das três filas de bancadas independentemente. A atividade 4 que fecha o primeiro bloco de experiências e as atividades 8 e 9, relativas ao terceiro bloco de experiências, são realizadas simultaneamente por todos os estudantes nas nove bancadas do laboratório.

A dinâmica utilizada para a realização dos conjuntos formados pelas atividades experimentais (1,2 e 3) e (5,6 e 7) estabelece um maior número de situações interativas o que as tornam singulares. Durante a realização destas atividades os estudantes interagem com outros que estão realizando a mesma atividade experimental e com estudantes que estão usando os mesmos métodos de análises em situações diferentes. Além disso, na segunda e na terceira aula de cada conjunto, eles estão aplicando os métodos aprendidos na(s) aula(s) anterior(es) em uma situação análoga e interagindo com outros estudantes que já realizaram esta experiência em aulas anteriores. Há portanto um grande número de possibilidades de interações mediadas por diferentes sistemas semióticos e, sujeitos com diferentes graus de familiaridade com as atividades experimentais que são realizadas simultaneamente no ambiente do laboratório.

Esta organização permite ainda uma maior proximidade entre professor e estudantes. De fato, quando o professor se dirige a uma bancada qualquer, os estudantes das outras duas díades que realizam aquela mesma atividade podem utilizar a proximidade das bancadas em seu benefício. Eles podem utilizar estes momentos para recolher novas informações e novos elementos discursivos para esclarecer suas próprias dúvidas.

Em nosso corpus possuímos os registros em áudio e vídeo de três díades diferentes que realizaram uma das três atividades realizadas nesses dois conjuntos. No primeiro conjunto acompanhamos a atividade experimental denominada na apostila como: “Experiência 1 – Princípio de Arquimedes: determinação da densidade de um líquido” e, no segundo conjunto

acompanhamos a atividade denominada “Experiência 6 – O pêndulo simples”. Como anunciado nos capítulos anteriores, escolhemos a segunda aula na qual os estudantes realizaram a experiência 1 para demonstrarmos o modelo das dinâmicas interativas elaborado ao longo das nossas análises preliminares. A seguir apresentaremos os motivos dessa escolha.

Inicialmente, a situação estudada nessa atividade experimental não requer o conhecimento de requisitos matemáticos avançados: ela aborda uma relação linear entre as grandezas “Peso Aparente” e “Volume Deslocado” envolvidas na descrição do fenômeno da flutuação dos corpos. Além disso os materiais e instrumentos de medida utilizados são simples e de baixo custo mas a atividade é realizada com rigor e os resultados encontrados são consistentes. Finalmente, foi utilizada uma teoria de propagação de erros em nível simplificado (o método de valores limites levando em consideração uma distribuição retangular de erros) que pode ser facilmente aplicada no ensino médio. As características apresentadas fazem dessa atividade experimental uma representante potencial de atividades didáticas adequadas a um ensino de física para todos. Ela evidencia o rigor e os cuidados metodológicos essenciais à prática científica. Além disso, proporciona situações interativas mediadas potencialmente favoráveis ao desenvolvimento de comparações entre resultados experimentais de diferentes naturezas.

A opção por realizar a transcrição da aula 2 seguiu critérios técnicos. Em primeiro lugar os estudantes da díade acompanhada nessa aula cumpriram rigorosamente o “contrato didático” estabelecido para a dinâmica de funcionamento do laboratório. Eles confeccionaram o “pré-relatório”, observaram o tempo de realização da atividade e entregaram os seus respectivos relatórios ao professor antes de deixarem o laboratório. Além disso, o quadro de narrativas das ações desta aula e a transcrição do discurso dos estudantes realizada a partir das fitas de vídeo nessa aula revelaram um maior número de práticas interativas entre os estudantes dessa díade. Finalmente, a qualidade da filmagem, e

o pequeno volume de ruídos sonoros estranhos à díade acompanhada nessa aula permitiram um maior nível de detalhes na transcrição fina do discurso realizada a partir das fitas de áudio.

A transcrição fina do discurso foi obtida a partir da escuta da fita de áudio em concomitância com os demais instrumentos utilizados anteriormente na pesquisa. O microfone do gravador permitiu uma escuta mais limpa do discurso da díade observada e trouxe uma grande quantidade de elementos que foram encobertos pelos sons advindos de outras fontes e captados pelo áudio da filmadora. A incorporação deste novo instrumento concretizou a apresentação de uma transcrição detalhada e completa de uma atividade experimental onde estão registrados os aspectos verbais e não verbais do discurso produzido em uma situação empírica de laboratório. A transcrição fina completa desta atividade se encontra no anexo 06.

#### **4.1.3 – A experiência 1 – Princípio de Arquimedes: determinação da densidade de um líquido.**

Na experiência 1 os estudantes devem utilizar o princípio de Arquimedes, segundo o qual um corpo sólido quando mergulhado total ou parcialmente em um líquido fica sujeito à ação de uma força que atua na direção vertical com sentido orientado para cima. Esta força denominada “Empuxo” possui um valor que equivale exatamente ao valor da força “Peso” que o planeta Terra exerce sobre a quantidade de líquido deslocado pelo corpo sólido. Este princípio explica, por exemplo porque uma pessoa se sente mais leve quando está parada em uma piscina cheia de água do que quando ela está parada sobre uma calçada.

De fato, quando uma pessoa se encontra parada sobre uma calçada, a força peso, que a Terra exerce sobre ela, é equilibrada pela força de sustentação exercida pela superfície da calçada sobre o corpo desta pessoa. A sensação reconhecida pelo cérebro da pessoa corresponde ao valor desta força de sustentação concentrada sobre seus pés.



Entretanto, se a pessoa estiver parada em uma piscina cheia de água a força peso será equilibrada pela soma da força de sustentação do fundo da piscina com a força de empuxo provocada pelo líquido. Nesse caso, a força de sustentação que o chão da piscina exerce sobre a pessoa é menor. Além disso a força de empuxo se distribui por toda extensão da superfície da pele da pessoa. O cérebro da pessoa reconhece uma sensação de que a força peso diminuiu na piscina. O valor da força que corresponde à diferença entre a força peso e o empuxo é denominado “peso aparente” ( $P'$ ).

Formalmente, temos que para um corpo imerso total ou parcialmente em um líquido:

$$E_{\text{empuxo}} = P_{\text{eso da quantidade de líquido deslocado}}$$

Nesse caso, a quantidade de líquido deslocado equivale ao produto da massa do líquido deslocado ( $m_{\text{ld}}$ ) vezes a aceleração da gravidade ( $g$ ), ou seja:

$$E_{\text{empuxo}} = m_{\text{ld}} \times g$$

Mas se descrevermos a massa do líquido deslocado em termos do volume do líquido deslocado ( $V_{\text{ld}}$ ) e de sua densidade ( $\rho_l$ ) suposta constante:

$$m_{\text{ld}} = V_{\text{ld}} \times \rho_l$$

Logo, o módulo da força de empuxo que um líquido exerce sobre um corpo pode ser descrita em termos de expressões por:

$$E_{\text{empuxo}} = \rho_l \times V_{\text{ld}} \times g \text{ ou simplesmente } E = \rho_l V_{\text{ld}} g$$

Em situações específicas, pode-se medir o valor do peso aparente de um objeto ou de um corpo. No caso considerado anteriormente, se ao invés de tocar o chão da piscina, a pessoa se segurasse em uma corda e permanecesse parada, o peso aparente seria igual a diferença entre o valor da força peso e o valor da força de empuxo exercida pelo líquido. Em outras palavras o peso aparente seria igual a força de tensão exercida pela corda. Da mesma forma, se ao invés de segurar uma corda a pessoa segurasse uma mola, a força exercida pela mola seria igual ao peso aparente. Finalmente, substituindo a mola por um dinamômetro (instrumento que utiliza o princípio da deformação elástica de uma mola

calibrada para medir forças) poderíamos medir o peso aparente de um corpo ou de um objeto imerso ou parcialmente imerso em um líquido.

Neste último caso, o peso aparente poderia ser lido diretamente no dinamômetro e seu valor em uma situação de equilíbrio poderia ser escrito como:

$$P' = P - E \text{ ou ainda } P' = P - \rho_l V_{ld} g$$

Nessa atividade procura-se medir vários valores do peso aparente de um objeto em função do volume do líquido deslocado para se determinar a densidade de um líquido. Como o volume deslocado por um objeto é exatamente igual ao volume submerso ( $V_s$ ) do objeto poderíamos escrever:

$$P' = P - \rho_l V_s g$$

A expressão acima corresponde a equação de uma reta do tipo  $Y = A - BX$  onde A e B são constantes. Neste caso, medindo-se vários pares de valores do peso aparente de um objeto em termos do seu volume submerso pode-se determinar a densidade de um líquido a partir da comparação direta entre os valores dos parâmetros gerais A e B com os valores de P e  $\rho_l g$  respectivamente. Os resultados obtidos a partir do método de regressão linear permitiriam avaliar criticamente os parâmetros experimentais e forneceria elementos para criticar a atividade e os métodos desenvolvidos.

#### **4.1.4 - Os procedimentos prescritos e os desdobramentos das ações observadas**

O objetivo explicitado da atividade experimental 1 é “Determinar a densidade de líquidos utilizando o princípio de Arquimedes”. Para atingir este objetivo, os estudantes devem executar os procedimentos prescritos no roteiro e redigir o relatório completo da atividade. A seguir apresentamos os procedimentos prescritos no roteiro da atividade (o roteiro completo consta no anexo 07)

- 1 – Determinar o peso de um cilindro de metal suspendendo-o no dinamômetro
- 2 - Determinar o volume total do cilindro de metal.
- 3 - Mergulhar gradualmente o cilindro no líquido obtendo pares de valores do peso aparente  $P'$  e do volume mergulhado  $V$ .
- 4 - Representar graficamente os dados obtidos (gráfico  $P' \times V$ ).
- 5 - Determinar os parâmetros  $A$  (valor de  $P'$  quando  $V=0$ ) e  $B$  (inclinação da curva) da equação da reta obtida no gráfico de  $P' \times V$  pelo processo de regressão linear.
- 6 - Atribuir um significado físico para as constantes  $A$  e  $B$  obtidas.
- 7 - Comentar os resultados encontrados comparando com valores esperados (em especial com o valor do peso real  $P$  obtido no procedimento 1)

Os estudantes começaram a atividade pelo procedimento 2 enunciado acima que envolve a determinação de uma medida indireta. Este procedimento foi desdobrado em várias ações listadas abaixo.

- 2.1 – medir o valor da altura do cilindro de metal
- 2.2 – registrar o valor do cilindro de metal com o respectivo número de algarismos significativos.
- 2.3 – medir o valor do diâmetro do cilindro de metal com o respectivo número de algarismos significativos.
- 2.4 – calcular o valor do volume do cilindro de metal
- 2.5 – calcular o valor do erro absoluto da medida do volume do cilindro de metal.
- 2.5 – registrar o valor do cilindro de metal com o respectivo número de algarismos significativos e o erro absoluto encontrado.

## **4.2 – Apresentação dos resultados**

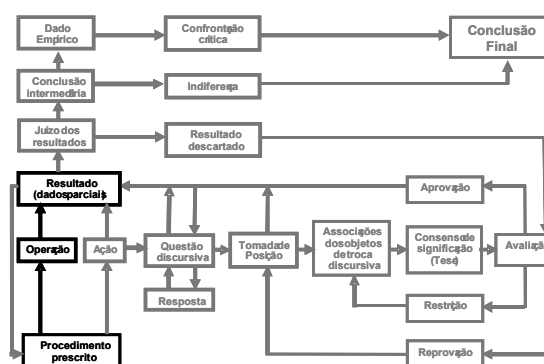
O modelo será demonstrado a partir de nossa interpretação das falas dos estudantes e, para efeito de ilustração, será apresentado seccionado tendo em segundo plano o modelo completo e em destaque os elementos discutidos. Para efeito de leitura, colocamos lado a lado indicadores discursivos (extratos do roteiro da atividade, dos relatórios corrigidos pelo professor e, dos trechos das falas dos estudantes retirados da transcrição fina em segundo nível) e os aspectos correspondentes do modelo. As caixas em cinza destacadas no primeiro plano do modelo, contêm os elementos discutidos anteriormente e incorporados ao discurso nos extratos apresentados. Estes elementos são utilizados, portanto, como ponto de partida para a interpretação das falas destacadas dos alunos.

#### 4.2.1 – Análise da execução do procedimento 2

ALAN mediu a altura do cilindro de metal e, em seguida, iniciou a dinâmica discursiva ao apresentar um único enunciado que expressa o valor desta medida. A execução da primeira ação identificada no quadro de narrativas se encontra num repertório de rotinas já conhecidas do estudante e dependeu somente das condições materiais do laboratório. Nesse sentido consideramos que o estudante, partindo do procedimento prescrito no roteiro, obteve o primeiro resultado parcial da atividade através de uma operação.

Procedimento prescrito no roteiro da  
Experiência 1: Procedimento 2: Determinar o  
volume total do cilindro de metal.

14A - ALAN: Aqui oitenta [o aluno mediu a altura do cilindro de metal com o paquímetro e mostrou o resultado para ANA]//



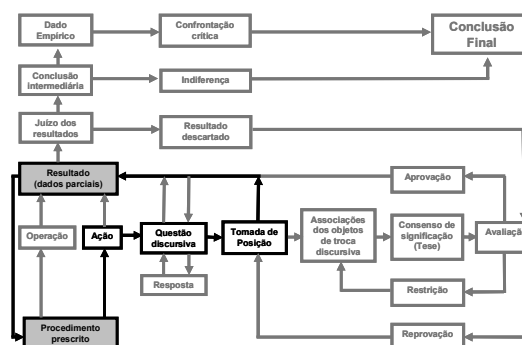
A rotina de medidas que seriam executadas por ALAN foi imediatamente interrompida quando ele percebeu a necessidade de informar o valor do erro da medida da altura do cilindro de metal. Nesse momento, o estudante traz a medida da altura do cilindro para o plano da sua consciência e modifica o sub-tema do discurso. De fato temos um deslocamento do sub-tema do discurso que foi da expressão do valor da altura do cilindro de metal para o registro desse valor com seu respectivo erro de medida. Neste sentido consideramos que ALAN retornou ao mesmo procedimento prescrito no roteiro mas executou, de fato, uma ação na medida em que o resultado da operação anterior foi trazido para o plano da consciência da realização da medida com seu respectivo erro. Assim, a partir da ação realizada, ALAN explicitou uma questão discursiva que se refere ao registro do valor encontrado e já ofereceu duas opções de respostas para ANA. ANA respondeu

imediatamente a questão proposta por ALAN posicionando-se de acordo com a segunda opção oferecida. Finalmente, ALAN reformulou a forma de registro do resultado parcial encontrado enunciando-o verbalmente.

14B - ALAN: virgula quanto? / virgula zero zero ou virgula zero? / faz o que?

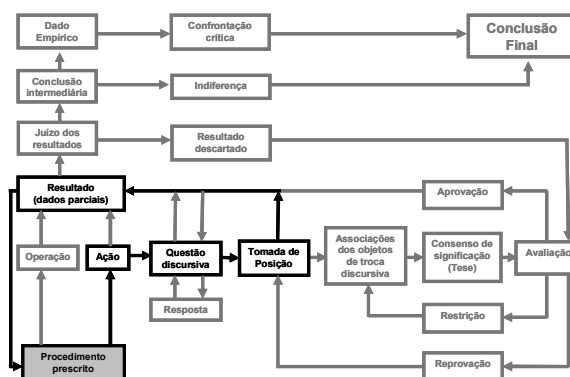
15 - ANA: põe virgula zero..

16A - ALAN: tem que por o erro / oitenta virgula zero / mais ou menos / tipo zero virgula um milímetros? // [ANA acena positivamente com a cabeça]



A partir do estabelecimento da dinâmica anterior, os estudantes retornaram ao mesmo procedimento prescrito. Eles executam então uma segunda ação. A nova ação executada possui as mesmas características da anterior com uma pequena alteração em relação ao sub-tema: nessa nova ação ALAN mede o diâmetro do cilindro de metal com o seu respectivo erro de medida. A dinâmica discursiva observada foi quase idêntica a anterior. A repetição da dinâmica desenvolvida pelos alunos começa a indicar que eles caminham no sentido de operacionalizar uma rotina para registrar uma medida direta feita com o mesmo instrumento. De fato, espera-se que o registro das leituras de uma medida com seu respectivo erro seja feito de forma operacionalizada sem a necessidade de uma reflexão sobre a leitura da medida e de seu erro no instrumento utilizado. Mas isso precisa ser aprendido e incorporado ao repertório de operações dos estudantes para que eles possam realizar ações mais complexas. Nessa dinâmica ALAN realiza uma nova ação: ele mede o diâmetro do cilindro. Imediatamente após a medida ele apresenta uma questão discursiva que busca confirmar se esta ação foi executada corretamente. ANA se posicionou de acordo com ALAN e complementou a informação fornecida explicitando o erro da medida que forneceu o novo resultado parcial da atividade: o valor do diâmetro do cilindro com seu respectivo erro de medida.

16B - ALAN: e o diâmetro dele... [o aluno começa a medir o diâmetro do cilindro de metal com o paquímetro] // dezanove / dezanove milímetros //  
 16C - ALAN: dezanove milímetros virgula zero né?  
 17 - ANA: é... mais ou menos um também / [os alunos registram o valor encontrado no relatório]



Os estudantes retornaram novamente ao procedimento 2 prescrito no roteiro, mas desta vez de posse de dois resultados parciais: a medida do diâmetro e a medida da altura do cilindro de metal, ambos com os respectivos erros de medida. A nova ação demandada pelo procedimento proposto é escolher uma expressão matemática que permita calcular o valor da medida indireta do volume do cilindro de metal. A dúvida dos estudantes, com relação à escolha da expressão que eles deveriam utilizar, se deve a dificuldade em lidar com a teoria de propagação de erros da apostila. Para efeito de apresentação dividimos a nova dinâmica observada em duas partes.

Na primeira, ALAN enunciou uma questão discursiva que foi respondida por ANA. A partir da resposta de ANA, ALAN reformulou a questão discursiva explicitando-a com maior precisão. Na segunda parte, ANA posicionou-se diante da questão reformulada e explicitou o cálculo que precisaria ser realizado. Os estudantes começaram então a associar os objetos de troca discursiva (as expressões matemáticas que relacionam o diâmetro ou o raio de um cilindro ao seu respectivo volume, e a teoria de propagação de erros) e chegaram a um consenso de que seria melhor realizar os cálculos do volume do cilindro a partir da expressão que relaciona diretamente o volume com o diâmetro medido. O consenso de que esta é a expressão mais adequada, foi avaliado positivamente e aprovado pelos estudantes que realizaram os cálculos do volume do cilindro. ALAN passou então a realizar os cálculos

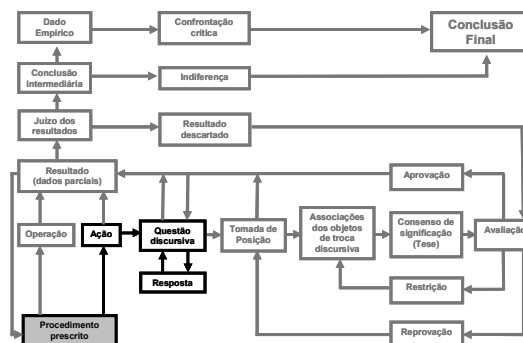
que foram acompanhados por ANA. Entretanto, antes de anunciar o resultado parcial da medida os estudantes retornaram a questão discursiva e a reformularam pois, perceberam a necessidade de encontrar o erro da medida do volume para registrar o seu valor com o número de algarismos significativos corretos.

18 - ALAN: e aqui.../ como que... / como que? / agente divide isso aqui agora? / o erro também ?/ prá achar o raio ?/

19 - ANA: ....(inaudível)

20 - ALAN: vamos então achar o volume pelo diâmetro né?

21 - ANA: acha a área dele e multiplica pela altura.



22 - ALAN: então a área / "pi R dois" / então a área também pode ser "pi D dois sobre quatro" // correto? //.

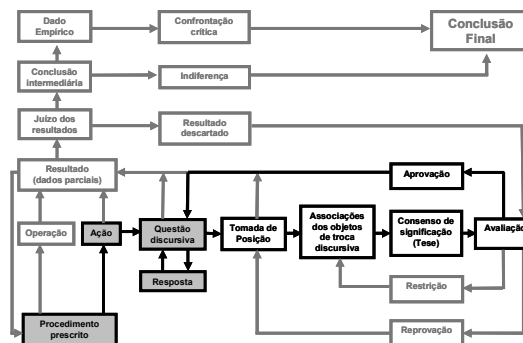
23 - ANA: o volume ...é igual...(inaudível - a aluna fala muito baixo enquanto realiza os cálculos)

24 - ALAN: vamos ver / achar / a área vai ser igual pi D dois sobre quatro / três vírgula quatorze.../

25 - ANA: uai divide por dois

26 - ALAN: oi? / então ...divide por / quatro uai / que aqui / aqui o diâmetro uai [a aluna acompanha seu parceiro que fez as contas e acena com a cabeça concordando com os resultados e as operações realizadas]

27 - ANA: anham

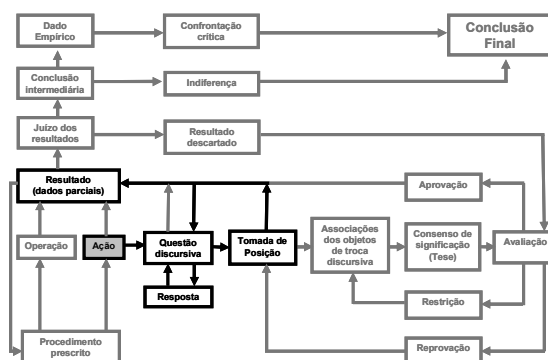


Na apostila da disciplina são abordados dois métodos para calcular a propagação de erros em uma medida indireta: o primeiro baseado no cálculo diferencial e o segundo baseado na idéia dos valores limites. Os estudantes deveriam utilizar um destes dois métodos para estabelecer o valor do erro absoluto do volume do cilindro e registrar o valor



da medida indireta obtida com o número correto de algarismos significativos. A dificuldade em lidar com estes métodos levou os estudantes a desenvolver outras estratégias para realizar o procedimento prescrito no roteiro da atividade. A riqueza da discussão observada contrapõe de um lado o bom senso em relação às idéias sobre a propagação de erros e do outro a necessidade de cumprir os prazos estabelecidos para a realização das tarefas na aula. Os estudantes não dominam a teoria de propagação de erros e, por isso, todas as ações desenvolvidas se encontram no plano consciente da díade que debate os passos empregados para realizar o cálculo do erro do volume do cilindro de metal. Eles se envolvem em uma dinâmica de perguntas e respostas até que, no turno 37 ANA toma uma posição diante do valor do erro e decide estimá-lo ao invés de calculá-lo. A decisão de ANA estabelece um novo resultado parcial: o valor do volume do cilindro de metal com o seu respectivo erro. O resultado encontrado é duzentos e oitenta e três virgula cinco milímetros quadrados e o erro de zero virgula um milímetro quadrado.

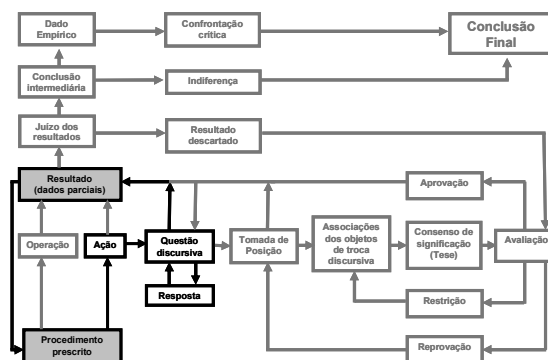
- 28 - ALAN: e agora? / a gente eleva tudo aqui? / é?  
 29 - ANA: eleva só o diâmetro  
 30 - ALAN: e o zero virgula zero um? / e o zero virgula um? será que não? (o aluno se refere ao erro da medida do diâmetro).  
 31 - ANA: ah deixa isso aí como zero um / deixa aí como zero um...  
 32 - ALAN: a gente faz depois agente pergunta para ele né? (o aluno está se referindo ao professor que está atendendo outros alunos no momento) / três ponto quatorze quinze vezes / dezenove ao quadrado / vezes três ponto quatorze quinze dividido por quatro  
 33 - ANA: ah..nossa senhora...a gente vai ....(a aluna fala muito baixo)  
 34 - ALAN: é uai duzentos e oitenta e três / cinquenta e dois milímetros quadrados // e o erro? / pode ser então cinquenta e dois



... (inaudível).pode / ser que se agente for também é....elevar o erro..../ o erro pode / o erro pode que aí o erro vai dar zero vírgula zero um  
 35 - ANA: é....  
 36 - ALAN: olha aí para você ver / faz aí então  
 37 - ANA: vão colocar dois e oitenta e três vírgula cinco com um erro de 0 vírgula um mesmo / que eu acho mais garantido / um erro mais abrangente.  
 38A - ALAN: aqui dezenove dividido por dois é o raio / ao quadrado vezes três ponto quatorze quinze / aí.. / é isso mesmo //

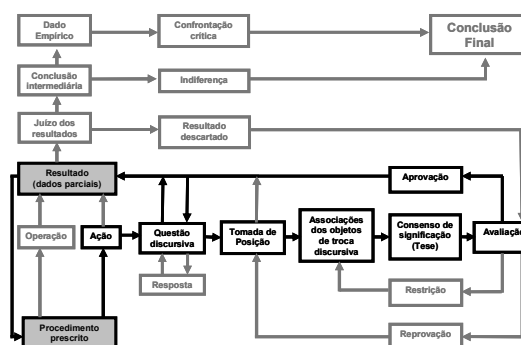
De posse de um novo resultado parcial os estudantes retornam ao procedimento 2 e buscam novos elementos para confirmar o valor do erro da medida indireta do volume do cilindro de metal. ALAN retoma a ação de calcular o erro do volume do cilindro de metal e apresenta uma nova questão referindo-se a ausência de uma teoria de propagação de erros para o estabelecimento do resultado por eles encontrado. Para isso ele propõe uma questão sobre o conteúdo da apostila de laboratório. Ana responde rapidamente a ALAN que procura um respaldo para confirmar o valor do erro da medida encontrado. Ele encontra um novo elemento na apostila e retorna aos resultados parciais encontrados.

38B - ALAN: mas aqui / agente tem que ver se quando agente eleva tudo / se o erro / se a gente não eleva ele também/  
 38C - ALAN: aqui não fala não? / na apostila? Não fala não?  
 39 - ANA: não  
 40A - ALAN: fala multiplicações né / fala... / eu tinha isso ....(os alunos começam a ler a apostila) //  
 40B - ALAN: aqui ó desvio relativo... / aqui ó / aqui fala ó / nesse exemplo aqui que tem cinco T dois /



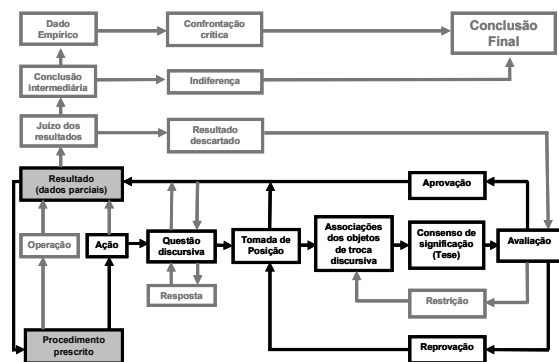
ANA parte dos resultados parciais e retoma o procedimento 2. Ela inicia uma nova ação que consiste na alteração da unidade do resultado da medida do volume do cilindro. Para isto ela expõe uma questão discursiva explicitando a necessidade da transformação das unidades de medidas. ALAN se posiciona de maneira indiferente a questão proposta por ANA que rapidamente busca associar os objetos de troca discursiva do laboratório para convencer ALAN da importância desta nova ação. Um novo consenso é estabelecido entre os estudantes e aprovado. Após a avaliação do consenso de significação ALAN retorna a questão discursiva modificando-a em função da necessidade da transformação das unidades. A nova questão proposta consiste em estabelecer o valor da medida na unidade adequada. ANA responde diretamente a questão anunciando o resultado da transformação da unidade da medida da altura do cilindro de metal.

41 - ANA: é melhor a gente colocar em centímetro quadrado né não?  
 42 - ALAN: tanto faz  
 43 - ANA: é que em centímetro quadrado a gente já vai ter a densidade dele / em centímetro cúbico / agente vai ter a densidade dele em centímetro cúbico...  
 44 - ALAN: pode ser então uai  
 45 - ANA: aí vai facilitar pra gente na hora de fazer o gráfico se não agente vai ter que ficar mudando... a unidade né  
 46 - ALAN: hum hum é pode ser.../ vamo só ler aqui como é que faz com esse erro aqui// num fala / num fala nada aqui// num fala não/  
 47 - ANA: ahh então....(inaudível)  
 48 - ALAN: deixar com zero virgula um mesmo? / transformar então antes aqui? / ou você quer....(inaudível)  
 49 - ANA: transformar antes  
 50A - ALAN: transformar antes é melhor mesmo //  
 50B - ALAN: é... oitenta / quanto que deu? / oitenta? /  
 51- ANA: deu oito centímetros



A díade parte do valor do resultado parcial da medida da altura do cilindro de metal (oito centímetros) e retorna ao procedimento 2 prescrito no roteiro. ALAN procura realizar uma nova ação. Ele pretende registrar o valor da medida da altura do cilindro de metal com o número correto de algarismos significativos e seu respectivo erro. A questão discursiva que os estudantes pretendem responder é: como alterar a unidade da medida sem alterar sua precisão? ALAN toma uma posição e estabelece um valor para a medida: oito virgula zero. ANA apóia sua decisão mas quando ALAN procura estabelecer o desvio da medida os estudantes detectam uma falha no número de algarismos significativos. Eles então associam os objetos de troca discursiva (o conhecimento escolar sobre a precisão de uma medida, o valor da medida em milímetros e o enunciado da tomada de posição com o número de algarismos significativos) e chegam a um consenso a respeito do valor enunciado avaliando-o como insuficiente. Nesse caso, eles reprovam o valor enunciado. De fato os estudantes estão conscientes de que uma mudança de unidades não pode alterar a precisão de uma medida. Desta forma eles tomam uma nova posição e anunciam o novo resultado parcial com o número correto de algarismos significativos (turno 56B). Os estudantes retornam então ao procedimento prescrito e procuram executar uma nova ação que é transformar a unidade da medida do diâmetro e do volume do cilindro de metal. Entretanto a prática discursiva da díade observada é interrompida por um estudante de outro grupo.

52 - ALAN: vamos por oito virgula zero então  
 53 - ANA: é oito virgula zero  
 54 - ALAN: é oito virgula zero mais ou menos ...// só que aí vai ser muito heim?  
 55 - ANA: é vai ser muito  
 56A - ALAN: cai para sete ponto nove /  
 56B- ALAN: tem que por oitenta virgula zero zero  
 57 - ANA: pior que agente não tem certeza /né ?/ a não agente tem sim só que...  
 58 - ALAN: mais é...



Nesse momento a prática discursiva da díade foi interrompida por um estudante de outro grupo que realiza a mesma atividade experimental. Ele busca confirmar o valor do erro das medidas realizadas com o paquímetro. A nova ação da díade observada é responder a dúvida do estudante.

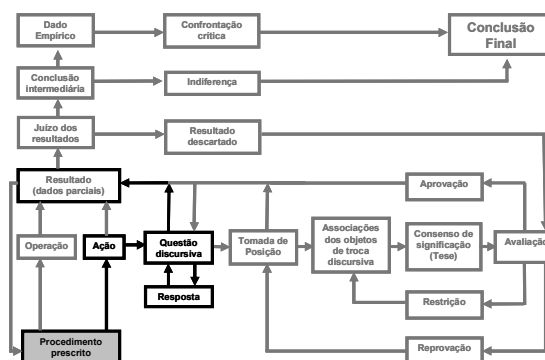
59 - Aluno X: o erro seus aí tá dando zero zero cinco ou zero cinco?

60 - ALAN zero zero

61 - ANA: zero zero cinco

62 - Aluno X: zero zero cinco né / é zero ponto zero cinco?

63A - ALAN: é zero cinco / é [o aluno retorna a sua bancada]//



Após essa pequena interrupção a díade retorna ao procedimento prescrito e à ação de transformar os valores das medidas diretas determinadas em milímetros para centímetros. Nesse caso eles precisam transformar agora o valor do diâmetro do cilindro de metal. Eles partem da mesma questão já discutida acima, ou seja, como alterar a unidade de uma medida sem alterar sua precisão? ALAN se posiciona em relação a esta questão e anuncia o resultado na forma de uma pergunta. ANA concorda com a posição de ALAN e tenta validá-la referindo-se a associação dos objetos de troca discursiva já realizada anteriormente. ALAN apresenta uma restrição ao consenso enunciado. De fato, ALAN restringe a validade do consenso acrescentando o fato de que se trata de um erro pequeno que não poderia influenciar os resultados das medidas. Os estudantes aprovam o consenso de significação e começam a trabalhar com os novos resultados parciais encontrados. O episódio é finalizado quando o professor chega a bancada da díade observada e chama todos os estudantes que realizam essa atividade experimental para anunciar as instruções específicas desta atividade.

63B - ALAN: centímetros? / e o raio então / o diâmetro então vai dar um vírgula nove... / um vírgula noventa né?

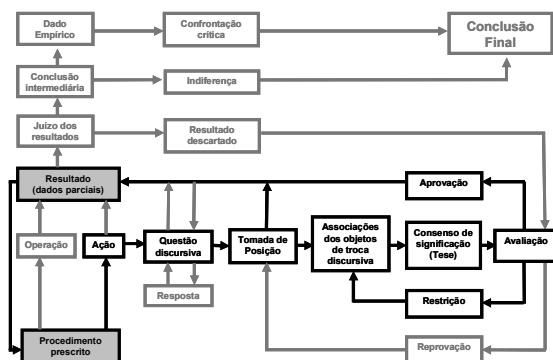
64 - ANA: acho que é né / nesse diâmetro que é zero vírgula zero cinco /

65 - ALAN: esse...esse erro tanto faz né que é pequeno demais / um vírgula / um vírgula nove então que dá né? / dezenove / um vírgula nove/ vão por noventa? /

66 - ANA: noventa..é

67 - ALAN: mais ou menos zero cinco também ? zero vírgula zero cinco // pi D dois sobre quatro // três ponto quatorze /vezes um ponto noventa mais ou menos zero vírgula zero cinco...(os alunos fazem contas e falam muito baixo)

68A - Professor: faz o favor / chega aqui [o professor faz um sinal e reúne os alunos que estão realizando a atividade experimental 1 na bancada da díade observada] //



O professor reúne os estudantes que realizam a atividade experimental 1 e explica os procedimentos específicos da atividade. ALAN aproveita a proximidade do professor e ao final de sua exposição executa uma ação. Ele solicita o esclarecimento de uma dúvida pois apesar das discussões internas da díade, os estudantes ainda não conseguem registrar o valor do volume do cilindro de metal com o respectivo desvio e número de algarismos significativos. ALAN explicita uma questão (turno 76) buscando solucionar o impasse estabelecido em relação aos cálculos dos desvios associados a medida indireta do volume do cilindro de metal. O professor checa o sentido da pergunta de ALAN e propõe novas questões que são respondidas pelos estudantes realimentando um ciclo de novas questões e respostas. Quando o professor deixa a bancada da díade ALAN se posiciona anunciando que a dúvida permanece. Os estudantes retomam a questão explicitada no turno 76 e o ciclo

de perguntas e respostas é novamente realimentado mas desta vez somente com interações entre os estudantes da própria díade.

76 - ALAN: professor / eu tô com uma dúvida aqui que / que quando a gente eleva / o erro aqui / tudo aqui / agente eleva / eleva também / esse / esse erro / ou não? //

77-professor: elevar ao quadrado você quer dizer /

ALAN e ANA: isso isso

Professor: elevar ao quadro / elevar ao quadrado o quê que é / o que que é R ao quadrado? /

78 - ALAN: ahh é R vezer R

79 - Professor: é R vezer R / então o que que agente faz com o erro quando agente multiplica coisas?

80 - ALAN: ahh num sei...

81 - ANA: a gente procurou na apostila mas agente não conseguiu achar...

82 - Professor: ué mas aqueles processos de achar o erro pelo máximo e mínimo pelo limite vocês sabem não sabem?

83 - ALAN: é sabemos...

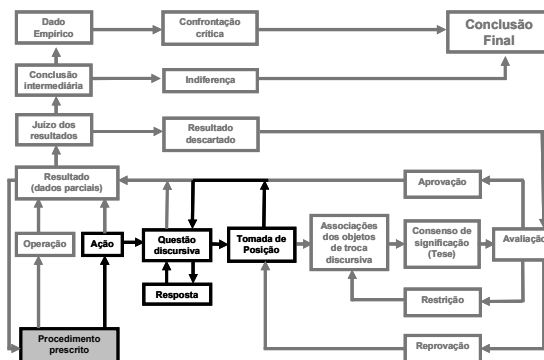
84 - Professor: então / se vocês sabem os limites do R então vocês sabem quais são os limites do R ao quadrado uai / mesma coisa... / tá?// [o professor deixa a bancada da díade observada e vai ate a sua mesa]

85 - ALAN: adiantou nada... / por causa que / agente aqui não vai calcular R não uai / né não? [nesse momento o professor anuncia que vai começar a realizar uma chamada e coletar as informações sobre quais alunos que estão realizando cada um dos tipos de atividades experimentais dispostas nas bancadas do laboratório. Enquanto isso os alunos da díade observada continuam discutindo a atividade] //

86 - ANA: oi?

87 - ALAN: é que a gente não vai não vai calcular D não / nós vamos é medir ele aqui ué/

88 - ANA: é o raio agente vai medir / mas é porque agente vai elevar ao quadrado



89 - ALAN: é então / e aí o erro / o erro agente faz / faz o que então com ele  
90 - ANA: o erro agente vai dividir por dois não vai / vai estar aí um virgula nove / esse um virgula nove divide ele  
91 - ALAN: que um virgula nove? / como assim?  
92 - ANA: esse aqui /  
93 - ALAN: ann / esse é o erro  
94 - ANA: não / esse aqui não vai ser o raio?  
95 - ALAN: mas agente não precisa dele não / precisa do raio não

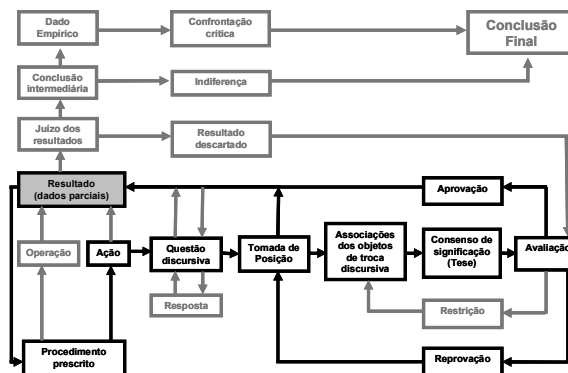
A partir do turno 96 os estudantes passam a fazer várias associações entre os objetos de troca discursiva. Entretanto, eles não apresentam domínio na utilização da teoria de propagação de erros o que provoca varias dinâmicas semelhantes as já apresentadas anteriormente. Nesse caso são realizados cálculos a partir dos quais os estudantes estabelecem novas associações entre os sub-temas relacionados ao cálculo do volume do cilindro de metal. No próximo trecho, explicitaremos detalhadamente o processo de obtenção do último resultado parcial relativo ao procedimento 2 prescrito no roteiro da atividade experimental.

No turno 116A ALAN anuncia o resultado parcial referente ao valor do cilindro de metal. Em 116B, ele retorna ao procedimento prescrito e anuncia a questão sobre o cálculo do erro da medida indireta do volume. ANA toma uma posição no turno 117 e os estudantes começam a associar os objetos de troca discursiva até que no turno 120 é estabelecido um consenso de significação no qual se explicita o valor do erro encontrado. O consenso é avaliado negativamente (reprovação) no turno 121A. Esse consenso leva a uma nova tomada de posição em 121B. De 122 até o turno 130 são realizadas novas associações dos objetos de troca discursiva até que em 131 e 132 ANA e ALAN estabelecem um novo consenso de significação. Finalmente, este consenso é avaliado em 133 por ANA e



aprovado por ambos nos turnos 134 e 135 gerando o resultado parcial final do procedimento citado.

116A - ALAN: é vinte dois ponto sessenta e quatro /  
 116B - ALAN: ... ponto sessenta e quatro mais ou menos / vamos por zero ponto zero cinco / vezes zero vírgula zero cinco / é?  
 117 - ANA: vinte e cinco dá vezes zero vinte e cinco que dá zero ponto zero três / zero vírgula três  
 118 - ALAN: não / vai dar / então zero vírgula zero zero três  
 119 - ANA: não dá zero vírgula vinte e cinco / a é...  
 120 - ALAN: então deu zero vírgula zero zero vinte e cinco /  
 121A - ANA: nossa... vai dar um negócio muito pequeno //  
 121B - ANA: põe zero vírgula zero cinco  
 122 - ALAN: Eu acho que quando faz assim multiplica também os erros / não?  
 123 - ANA: mas se for multiplicar os erros vai ficar muito pequeno esse erro / num é verdade...  
 124 - ALAN: será?  
 125 - ANA: eu acho que não é verdade não  
 126 - ALAN: então é mais ou menos zero cinco / então mas olha aqui / pensa aqui / para você ver / que eu tenho um erro de zero cinco aqui /  
 127 - ANA: hanhan  
 128 - ALAN: e num erro de zero cinco aqui  
 129 - ANA: pois é  
 130 - ALAN: tem que / multiplicar mesmo uai  
 131 - ANA: mas o zero cinco / zero cinco / vê... / o erro diminuiu ao invés de aumentar...  
 132 - ALAN: é  
 133 - ANA: ou seja / multiplicou o trem que tá errado / e ainda vai diminuir o erro?  
 134 - ALAN: Vamos por zero cinco mesmo né? / zero vírgula zero cinco?



135 - ANA: centímetros cúbicos /  
agora determinar o peso... [a  
aluna lê o procedimento no  
roteiro]  
136 - ALAN: agora o peso  
137 - ANA: aqui dá zero vírgula  
sessenta e seis mesmo?  
138 - ALAN: a gente tinha que ter  
feito ele...

A demonstração da parte final do modelo será executada a partir da primeira manifestação do último resultado parcial obtido pelos estudantes na atividade experimental observada. A numeração dos turnos de fala apresentados a seguir se refere a terceira parte da transcrição fina, ou seja a transcrição dos turnos de fala da fita 2 lado A da atividade experimental usada na demonstração do modelo.

O objetivo da atividade é determinar o valor da densidade de um líquido desconhecido utilizando o Princípio de Arquimedes. Os estudantes realizaram todos os procedimentos prescritos no roteiro e obtiveram uma série de resultados parciais. O último dos resultados parciais encontrados é enunciado no turno 24 por ANA. ALAN julga positivamente o resultado enunciado, confirmando-o. ANA apresenta então uma conclusão intermediária (turno 26) cuja informação é completada por ALAN no turno 27. ANA enuncia o resultado no turno 28 e a díade começa a redigir a conclusão final do relatório. ANA explica para ALAN como deve ser escrita a conclusão do relatório, mas os estudantes ignoram o resultado parcial final encontrado. De fato nos turnos de fala 29 a 39 os estudantes não fazem qualquer menção ao resultado parcial final encontrado. Neste sentido podemos inferir que os estudantes partiram da conclusão intermediária e chegaram até a conclusão final do relatório de forma indiferente aos resultados parciais enunciados referindo-se apenas ao fenômeno diretamente observado na atividade.

24 - ANA: ah põe zero vírgula zero quatro não é melhor não? //

25 - ALAN: você que sabe

26 - ANA: mas aí a densidade vai ser um três nove mais um número

27 - ALAN: é uai mas nós vamos achar aqui / é // zero trinta e seis / ah não ... (inaudível) // um vírgula trinta e nove zero //

28 - ANA: você já colocou é / na / gramas por centímetro cúbico né? // beleza agora ... (inaudível)

29 - ALAN: agora a conclusão?

30 - ANA: é

31 - ALAN: a conclusão / o que que é conclusão?

32 - ANA: ah / concluir assim / se está conveniente esses dados / se era esperado //

33 - ALAN: vamos por assim / concluimos que é possível encontrar a densidade pelo processo de Arquimedes // a densidade // princípio de Arquimedes // mas aí / ela ficou muito pequena não ficou? / conclusão pequenininha / mas oh / conclusão só pode ser isso mesmo ué // quanto mais submerso // como é que é?

34 - ANA: colocou que é mais denso que a água //

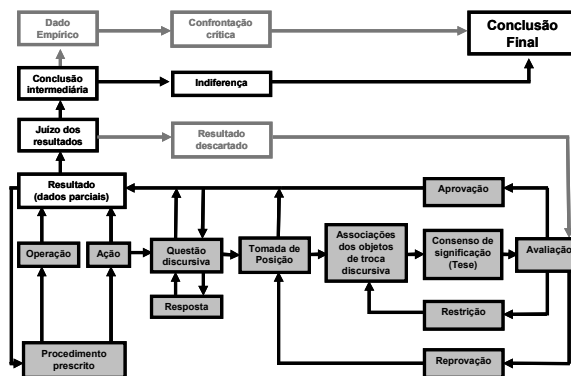
35 - ALAN: o líquido?

36 - ANA: hamham /

37 - ALAN: e aqui / quanto mais ele é / aqui oh / submerso / menos o peso dele / quanto mais ele é submerso / como é que é?

38 - ANA: quanto mais ele submergir / ele é // menor é o peso aparente // (longo período de pausa)

39 - ALAN: é só isso né / eu ainda vou por aqui a densidade // pra não ficar igual demais //



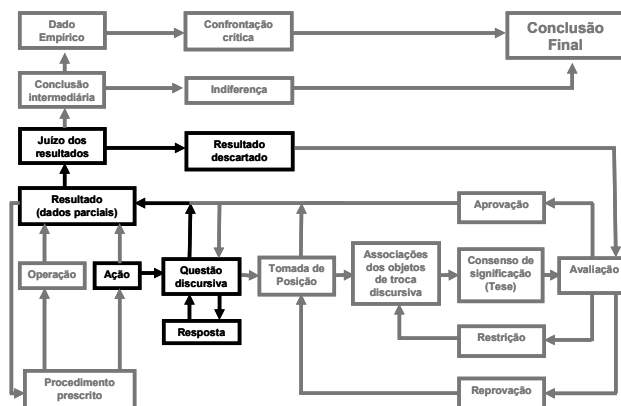
O último procedimento prescrito no roteiro é: “Comente os resultados encontrados comparando com valores esperados, em especial o valor do peso real P”. Entretanto, não encontramos nenhuma ação dos estudantes associada a este procedimento. A demonstração das partes relacionadas às últimas dinâmicas previstas no modelo será

executada a partir da retificação do resultado parcial final enunciado anteriormente pela díade.

Tal retificação só ocorre depois que os estudantes chamam o professor em sua bancada para anunciar o final da atividade experimental. Os estudantes solicitam ao professor uma autorização para deixar o laboratório alegando que já terminaram os relatórios. A ação do professor é questionar o resultado encontrado pelos estudantes visando checar se a atividade foi realizada satisfatoriamente.

Para isso o professor inicia uma dinâmica onde procura problematizar o resultado encontrado para a densidade do líquido. Ele parte portanto do último resultado parcial encontrado pela díade, ou seja o valor da densidade do líquido. Esta dinâmica conta com questões que são elaboradas visando a obtenção de respostas dos estudantes que os façam refletir sobre o último resultado parcial enunciado. Tal problematização é iniciada no turno 78 e reiterada nos turnos 81, 85, 87 e 89. A última colocação do professor efetuada no turno 104 orienta os estudantes a elaborarem um juízo dos resultados. O resultado deste juízo é expresso no turno 105 por ANA que descarta o resultado parcial enunciado anteriormente.

68 - ALAN: falou / só isso né / vamos embora / ou você trouxe cola? / pra colar o seu gráfico aí? / professor  
 69 - PROFESSOR: quem chamou?  
 70 - ALAN: eu aqui // como é que é / a gente pode ir embora?  
 71 - PROFESSOR: assim que você entregar o relatório / já está pronto?  
 72 - ALAN: tá  
 73 - PROFESSOR: achou um Rô legal aí?  
 74 - ALAN E ANA : achamos [os alunos falam ao mesmo tempo]  
 75 - PROFESSOR: quanto vocês acharam?  
 76 - ANA: um vírgula trinta e nove  
 ALAN: um ponto trinta e nove [os alunos falam ao mesmo tempo]



- 77 - ANA: grama por centímetro cúbico ALAN: mais ou menos zero vírgula zero quatro [os alunos falam ao mesmo tempo]
- 78 - PROFESSOR: nessa precisão aqui?
- 79 - ALAN E ANA: é [os alunos falam ao mesmo tempo]
- 80 - ALAN: porque essa / essa aqui olha aqui / a gente fez isso aqui oh
- 81 - PROFESSOR: o B deu com essa precisão cara?
- 82 - ANA: deu professor / pior que deu
- 83 - ALAN: o B deu
- 84 - ANA: pior que deu / dois elevado a dez a menos quatro
- 85 - PROFESSOR: é?
- 86 - ANA: é
- 87 - PROFESSOR: é / to duvidando viu // to duvidando da precisão ta / do valor e do processo não // vocês não cortaram coisa errada fora lá não? / na hora de / que estava lá o / estava dois vezes dez a menos quatro? Lá no
- 88 - ALAN: tava / não tava dois vírgula zero zero quatro cinco ANA: tava dois / no último ... (inaudível) vírgula um monte de coisa [os alunos falam ao mesmo tempo]
- 89 - PROFESSOR: dez a menos quatro?
- 90 - ALAN: é / é
- 91 - ANA: vezes dez a menos quatro
- 92 - ALAN: nós só copiamos e colamos / aqui a gente tava com dúvida professor é nesse erro aqui oh / porque a gente fez assim oh / dividido por zero vírgula zero cinco
- 93 - PROFESSOR: o que?
- 94 - ALAN: esse erro aqui ANA: a gente fez dois vezes dez a menos quatro [os alunos falam ao mesmo tempo]
- 95 - ALAN: não / a gente dividiu
- 96 - PROFESSOR: não / nós já comentamos aí as boas maneiras de calcular gente
- 97 - ALAN: então eu não a peguei não ué
- 98 - PROFESSOR: pergunta a Ana / ela sabe
- 99 - ANA: máximo e mínimo?

100 - PROFESSOR: é / valores  
limites né // então aqui  
provavelmente  
101 - ALAN: esse aqui então  
provavelmente ta errado? / porque  
a gente fez  
102 - PROFESSOR: é / não / eu  
digo o erro né  
103 - ALAN: ah  
104 - PROFESSOR: eu comentei com  
você que eu acho que vocês estão  
com uma precisão exagerada né /  
então / uma causa pode ser isso /  
o próprio erro foi bom [o  
professor deixa a bancada da  
díade]  
105 - ANA: hamham / pois é //

A dinâmica interativa é então realimentada com uma nova avaliação cuja orientação é a reprovação do resultado parcial enunciado no turno 106A. Imediatamente após esta reprovação ALAN posiciona-se no turno 106B. ANA procura efetuar contas (107A) e estabelece novas associações entre os objetos de troca discursiva buscando anunciar um novo resultado (107B). ALAN que não havia acompanhado as contas de ANA solicita esclarecimentos sobre as associações realizadas por ela (108). Finalmente os estudantes chegam a um consenso em relação a associação dos objetos de troca discursiva que é enunciado no turno 127. ALAN avalia este consenso positivamente aprovando-o no turno 128. ANA apresenta uma restrição ao valor obtido a partir do consenso estabelecido (129) e os estudantes voltam a associar os objetos de troca discursiva. Finalmente, no turno 129B ANA enuncia o valor do erro da densidade do líquido que é o resultado parcial que os estudantes procuravam. ALAN e ANA apresentam entre os turnos, 130 e 132A, uma discussão na qual estabelecem o juízo do valor da densidade do líquido com seu respectivo erro de medidas. ALAN apresenta a nova conclusão intermediária da díade no turno 132B que é confirmada por ANA em 133. A díade se apresenta indiferente ao novo resultado obtido (turnos 134 a 136) e mantém a mesma conclusão anunciada antes da intervenção do

professor. O comportamento de indiferença dos estudantes frente ao resultado do valor da densidade do líquido pode ser confirmado na conclusão do relatório<sup>27</sup>.

106A - ALAN: esse erro aí eu não sei mesmo como é que é //

106B - ALAN: não mas esse erro aqui não influencia nada não uai nesse negócio de máximos e mínimos não / por causa que a gente só joga aqui e aqui e é ele que acha esse erro // (longo período de pausa) // vamos por nove ponto setenta e oito menos // três sete / um vírgula três sete / ... (inaudível) //

107A - ANA: ... (inaudível) //

107B - ANA: é piorou um pouquinho viu //

108 - ALAN: aí vamos ver / como que achou? //

109 - ANA: é / o erro deu bem maior // zero um

110 - ALAN: um?

111 - ANA: deu zero noventa e seis

112 - ALAN: ham / quer ver / deixa ver se eu entendi aqui //

113 - ANA: põe zero vírgula zero nove // (longo período de pausa) // o que você está fazendo?

114 - ALAN: eu to tentando achar o erro / porque como que você fez aí?

115 - ANA: eu fiz assim oh // eu peguei o maior valor possível de Ro e o menor valor possível de Ro / aí eu fiz um menos o outro e achei o erro

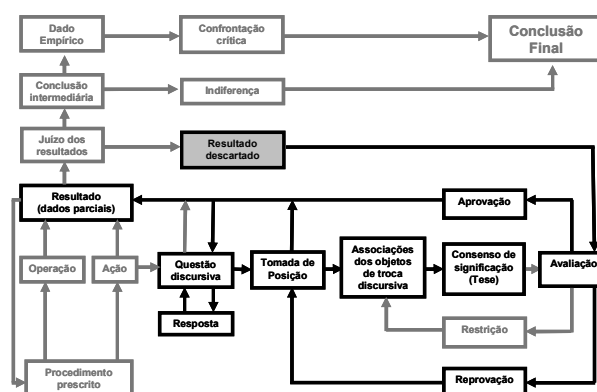
116 - ALAN: mas então // maior possível / vai ser esse aqui / menor possível / esse aqui

117 - ANA: não

118 - ALAN: menor possível esse aqui / ponto quatro

119 - ANA: não é

120 - ALAN: é uai / é sim



<sup>27</sup> Inserimos as cópias do relatório de ALAN para ilustrar nossas explicações. Entretanto, apesar da atividade experimental ter sido feita em díade e dos resultados serem idênticos, os relatórios dos estudantes são individuais e possuem pequenas diferenças entre eles. No anexo 08, apresentamos as cópias dos relatórios de ambos os estudantes.

121 - ANA: não sô / a gente não ta colocando ... (inaudível)

122 - ALAN: então / aí achei / isso aqui oh / o meu Ro médio deu isso aqui / agora como que eu acho esse erro?

123 - ANA: aí você pega o valor máximo / o valor máximo / menos esse / vai dar mais ou menos isso aqui / vai dar o valor máximo menos o valor mínimo dividido por dois que é mesma coisa que valor máximo menos esse e esse menos o valor mínimo /

124 - ALAN: mas esse aqui é o valor médio? / eu pego o valor médio menos o mínimo? /

125 - ANA: é

126 - ALAN: ou é o máximo menos o mínimo?

127 - ANA: você pode fazer o máximo menos o mínimo dividido por dois / que vai dar o erro tanto pra cima quanto pra baixo / ou o máximo menos o médio ou o médio menos o mínimo

128 - ALAN: ah / ... (inaudível) / olha o que que deu

129A - ANA: não sô / é um menos / um ponto quatro menos um ponto três sete // dividido por dois //

129B - ANA: zero dois / zero vírgula zero dois //

130 - ALAN: então vamos ver isso aqui oh / um ponto quatro menos / sete e meio? / não é a mesma coisa / ... (inaudível) / qual que é?

131- ANA: zero dois / porque é um ponto / um ponto / uai porque que o seu deu diferente?

132A - ALAN: não / por causa que eu fiz com ... (inaudível) é o desvio / vai ser Ro superior menos Ro inferior / dividido por dois / é? / um vírgula quatro menos / um ponto vírgula trinta e sete / dividido por dois / zero vírgula zero dois /

132B - ALAN: vou ter que Ro vai ser igual ... (inaudível) mais ou menos ... (inaudível) / é isso então

133 - ANA: é

134 - ALAN: então beleza / agora se eu tirar zero eu tirei porque eu vou embora // aí esse trem é chato demais uai // chega Ana? Ham? //

135 - ANA: aquela pasta ali é sua? //

136 - ALAN: e o gravador do... [os estudantes organizam sua bancada de trabalho entregam o relatório para o professor e deixam o laboratório]..



Retomando a dinâmica realizada entre os turnos 68 a 104 concluímos que somente o professor conseguiu reconhecer a presença de um elemento que pode ser usado para confrontar criticamente os procedimentos realizados na atividade. De fato, reconhecemos este elemento singular como o dado empírico da atividade. Ele é mais que um resultado pois carrega as marcas inscritas na história das ações e operações desenvolvidas na atividade experimental realizada pelos estudantes. Entretanto, esse elemento só se constitui na medida em que um sujeito aprende a reconhecer tais marcas processuais. A figura 11 ilustra no modelo parte deste processo que culmina na conclusão do professor

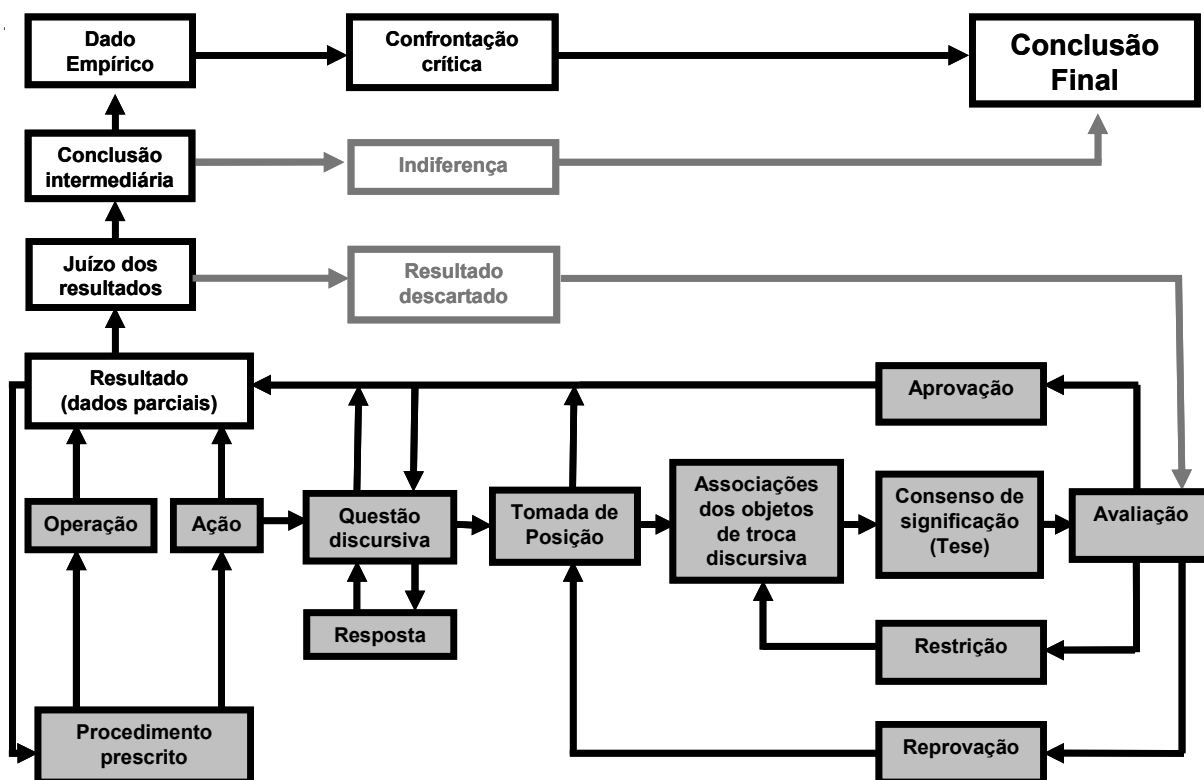


Figura 11: O dado empírico como elemento para confrontação crítica dos procedimentos da atividade

## 5 – Considerações finais

Nossa tese remonta uma história iniciada antes do meu ingresso no curso de mestrado na Faculdade de Educação da UFMG e parte de uma forte crença na importância do laboratório didático, compartilhada com uma parcela significativa da comunidade de professores de física. A literatura sobre o tema, como apontamos no início desse trabalho, discute amplamente as expectativas tanto curriculares quanto de práticas docente da presença de objetivos particulares de aprendizagem durante o desenvolvimento de atividades experimentais. O professor, em geral, tem uma hipótese implícita de que as atividades experimentais planejadas irão conduzir os alunos a uma posição crítica diante dos resultados esperados, e assim estabelecerem uma ligação entre os modelos teóricos e os fatos observados. Logo, o professor cria uma imagem de aluno, com a qual dialoga no momento de estabelecer um conjunto de tarefas a serem executadas no percurso da atividade experimental, capaz de fornecer julgamentos de pertinência ou não de uma medida. Esse aluno imaginário diante de um procedimento prescrito irá problematizar todos objetos propostos e associá-los criticamente. Isto é, o professor tem por hipótese que os procedimentos prescritos serão capazes de promover uma mediação entre o fenômeno observado e os modelos teóricos pertinentes ao experimento. Porém como acompanhamos na discussão de nossos resultados, mesmo que isso ocorra, o aluno precisa desenvolver certas habilidades que nem sempre estão explícitas nos procedimentos.

Os interesses de transformação de inquietações sobre o papel do laboratório didático na educação em ciências se aguçaram a partir dos resultados obtidos em nossa dissertação. Um novo problema que se delineou e tomou contornos mais nítidos culminando em nosso projeto, e posteriormente, constituindo-se na tese hora apresentada. Na pesquisa de mestrado, investigamos a dimensão discursiva dos processos de ensino e aprendizagem

de ciências e destacamos a importância do dado empírico para o estabelecimento de situações argumentativas nos laboratórios didáticos.

Na ocasião do mestrado, desenvolvemos um instrumento para organizar e compor um banco de dados para futuras pesquisas: os quadros de narrativas das ações. Estes quadros foram amplamente testados em diferentes quadros metodológicos e utilizados em outras dissertações e outros trabalhos científicos no nosso grupo de pesquisas (Nascimento, 2003; Corrêa, 2003; Vieira, 2007 e Lopes, 2007). Neste trabalho de tese aperfeiçoamos esses quadros de narrativas e os utilizamos para uma primeira aproximação com o nosso corpus. De fato, o processo de construção dos quadros de narrativas das ações constitui um primeiro nível de análises das fitas de vídeo. Os novos elementos extraídos destes instrumentos permitiram adaptar nossa estrutura analítica elaborada no mestrado sobre as práticas discursivas argumentativas de estudantes no laboratório do ensino médio. Esta estrutura, já submetida à apreciação da comunidade acadêmica em encontros internacionais de pesquisa (Villani e Nascimento, 2003; Nascimento e Villani, 2004, Vieira e Nascimento, 2007; Badreddine, Buty e Nascimento, in press) foi ampliado com os referidos elementos e a partir da integração da teoria da atividade constituiu em uma estrutura sintética que foi discutida nesta tese.

A situação investigada do ensino médio trouxe-nos informações significativas sobre a argumentação, mas consideramos que as lacunas conceituais presentes nas discussões de alunos de primeiro ano do ensino médio limitavam nossas hipóteses sobre a emergência do dado empírico. Assim perseguimos essas hipóteses de trabalho no ensino superior, onde julgávamos encontrar situações discursivas argumentativas mais coerentes com o conhecimento científico em jogo.

A situação didática analisada nesta tese pode ser considerada uma atividade experimental de formação geral. Sua singularidade está no objetivo de introduzir os alunos

de dez diferentes cursos universitários da área de ciências exatas, atendidos por ela, nos métodos das ciências experimentais, capacitando-os a desenvolver as habilidades específicas para as demais disciplinas experimentais em seus respectivos cursos. Por isso consideramos que os resultados de nossa investigação podem ser pertinentes ao ensino de Física na Educação Básica.

Nossa intenção no projeto de doutorado foi de desenvolver um estudo etnográfico sobre essa situação didática associando o quadro teórico sócio-cultural de análises discursivas e a teoria da atividade. O primeiro quadro de análise, uma continuidade daquele desenvolvido no trabalho de mestrado, deveria complementar por uma análise fina as interações discursivas da situação investigada. O segundo, uma análise interativa global da situação investigada deveria nos auxiliar no desenvolvimento da proposta de nossa estrutura analítica. O mergulho etnográfico na situação, acompanhando o desenrolar da turma investigada com os registros áudio e vídeo, fornecem uma grande quantidade de possibilidades de análise. Construímos vários instrumentos para elaborar níveis de transcrições, muitos deles não utilizados especificamente neste trabalho, sobre as mudanças do espaço sócio-interativo e as formas de interação dos estudantes e do professor no laboratório didático observado. A pesquisa desenvolvida forneceu instrumentos para analisar os aspectos interativos do processo de ensino e aprendizagem preservando, em grande parte, sua complexidade intrínseca.

Além disso, a construção dos quadros de narrativas realizada com o olhar teórico da teoria da atividade aguçou nossos sentidos para a escuta do áudio das fitas de vídeo e permitiu a realização de um segundo nível de transcrição onde registramos um maior número de informações sobre as falas do professor e dos estudantes em todas as fitas das aulas gravadas. Finalmente utilizamos as informações do caderno de campo para descrever o contexto não gravado pela filmadora e, a partir do uso concomitante das informações

extraídas destes três instrumentos, conseguimos extrair alguns elementos da prática interativa instalada a partir da realização das atividades experimentais no laboratório investigado.

Ao final de nossa investigação, de posse de uma grande quantidade de informações e um corpus extremamente heterogêneo, optamos pelo aprofundamento da estrutura analítica que foi discutida em sua fase final no capítulo de discussão dos resultados. Omitimos neste texto todos os caminhos tortuosos, mas necessários para o desenvolvimento de uma estrutura analítica que, enquanto resultado, permanece em aberto e em constante mutação. Após diversos ajustes, nos a aplicamos na transcrição fina de uma aula selecionada, essa construída a partir da escuta das fitas de áudio e complementada com as informações das fitas de vídeo e os instrumentos de registro e análise já citados de uma díade de estudantes: Alan e Ana. A estrutura é dinâmica e permitiu a reconstrução da história das ações desenvolvidas a partir da interpretação que a díade estabelece para os procedimentos prescritos no roteiro da atividade experimental.

A premissa central de nossa tese é a existência de um papel implícito nessas atividades experimentais. Esse papel é estabelecer um elemento discursivo específico a partir do qual os procedimentos experimentais do experimento podem ser criticados. Desta forma, tratamos este elemento como uma entidade denominada de “dado empírico” e investigamos sua emergência no discurso dos interlocutores em ação. O dado empírico permitiu ao professor compreender aspectos relevantes dessa história ao se posicionar criticamente diante da conclusão intermediária fornecida pelos estudantes. De fato este elemento se apresenta como um elo entre as ações e operações desenvolvidas e a conclusão final da atividade experimental em situações que envolvem a confrontação crítica entre os elementos propostos em nossa estrutura analítica.

A estrutura inicia na definição de um procedimento enunciado de forma prescritiva que leva a uma operação ou ação. Essa primeira contradição surge da diferença de saberes próprios aos sujeitos em interação e pode levar, na execução de um conjunto de tarefas coletivas, à uma divisão de trabalho. No caso de uma situação de ensino, a operação ou a ação necessita considerar um questionamento diante do procedimento prescrito, pois o objetivo da atividade não é a produção de um resultado material, mas intelectual. Os sujeitos diante da problematização dada pela questão necessitam de uma tomada de posição consciente: consideramos ou não a confrontação com os objetos de conhecimento. Nesse momento entra em cena a mediação dos diferentes conhecimentos que possibilitarão as associações dos objetos de troca discursiva. As competências discursivas como o domínio das práticas discursivas narrativas, descritivas e argumentativas se operam nesse momento. O desenvolvimento dessas associações permite consensos, restrições, ampliações e a avaliação que podem levar a uma resposta da questão enunciada como um resultado parcial. Saímos então do plano de execução das tarefas e avançamos para um segundo plano onde são executadas tarefas mais complexas que exigem contradições em um plano moral. Os resultados, até então valores e medidas, precisam passar para uma etapa de julgamento de coerência e pertinência. E, somente assim, emerge o que chamamos de dado empírico. Esse como entidade pertencente à atividade de ensino precisa ser trabalhado até sua enunciação como conclusão final.

O professor, enquanto interlocutor privilegiado que possui um conhecimento específico em jogo na situação, já sabia de antemão os valores que lhe indicavam uma execução de forma coerente dos procedimentos prescritos. Desta forma ele pôde estranhar, em função de um conhecimento do aparato experimental utilizado e dos procedimentos prescritos, a história das ações e operações realizadas pela díade no laboratório. Ou seja, ele foi o interlocutor capaz de reconhecer a emergência e o desenvolvimento do dado empírico, enquanto entidade de discurso, e utilizá-lo em benefício da atividade didática ao

tentar fazer os estudantes refletirem criticamente sobre suas ações. A atividade da díade, dentro do sentido da Teoria da Atividade, evolui em várias contradições cujas metas/objetivos são distintos daqueles propostos pelo professor. Para os alunos, a atividade tem começo e fim no tempo didático da aula. Todas as estratégias de criar uma visão global da atividade experimental, o pré-relatório, o trabalho na bancada, e o relatório final, mostram a coerência da disciplina como uma atividade. Contudo o grau de consciência dessa unidade é restrito, no caso estudado, às ações do professor. O discurso dos alunos aparentemente mostra que eles ainda estão no fragmento da ação. Seria necessário analisar outras atividades experimentais da díade em diferentes momentos posteriores. Entretanto, nosso material não permite explorar se o grau de consciência das ações é alterado ao longo de toda a disciplina.

Os estudantes procuram alterar o valor obtido buscando obter a “resposta certa” sem refletir criticamente sobre a história do dado empírico limitando à coleta de medidas e à operação para obtenção de resultados parciais. Logo, segundo nossa estrutura, o dado empírico não emergiu no discurso dos estudantes. O registro que destacamos nos relatórios que eles entregaram ao professor corrobora esta nossa afirmação. Logo a ação de “bom senso”, esperada pelo professor e explicitada durante entrevista, para o julgamento do resultado não se opera na situação de ensino estudada.

De fato, observamos a inexistência de um procedimento explícito para tal confrontação, e desta forma, possivelmente essa explicitação poderia favorecer a discussão e a emergência do dado empírico nas atividades experimentais tradicionais de bancadas.

Nosso trabalho enfatiza, portanto, o dado empírico como um elemento crucial para estabelecermos um papel mais relevante para o laboratório didático tradicional de bancadas na educação em ciências. Consideramos que esse papel seja favorecer as situações de

confrontação do experimento realizado, a partir do estabelecimento de um julgamento sobre a obtenção do dado empírico, sem o qual, as medidas são meros resultados.

Finalmente, em conclusão deste trabalho destacamos a importância de realizar estudos posteriores, para melhor caracterizar as atividades experimentais que favorecem ou inibem o estabelecimento do dado empírico, visando fornecer elementos para que os professores possam planejar atividades didáticas mais adaptadas para o estabelecimento de situações de confrontação crítica.



## 6 - Referências bibliográficas

ANGOTTI, J.A.P. & AUTH, M.A. (2001) Ciência e Tecnologia: Implicações Sociais e o Papel da Educação. *Ciência e Educação*, vol 7, nº 1, pp. 15-27.

ARAÚJO, M.S.T. e ABIB, M.L.V.S. (2000). *Experimentação no ensino médio: novas possibilidades e tendências*. Atas do VII EPEF, Florianópolis SC.

ARAÚJO, M.S.T. & ABIB, M.L.V.S. (2003) Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 25, No 2, pp.176 a 194

BADDREDINE, Z; BUTY, C e NASCIMENTO, S. S. (2007). Análise temática e análise de discurso em sala de aula de ciências: utilização do software Transana® artigo aprovado para o VI ENPEC. Florianópolis.

BAKHTIN, M.M./VOLOCHINOV, V.N. (1992). *Marxismo e Filosofia da Linguagem*. 4ª ed. São Paulo: HUCITEC.

BAKHTIN, M.M. (2000). *Estética da criação verbal*. 3ª ed. São Paulo: Martins Fontes. (Tradução feita a partir do francês. Título do original russo : *Estetika slovesnogo tvortchestva*, Moscou, 1979).

BARBERÁ, O. & VALDÉS, P. (1996). El Trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 14, nº 3, pp. 365-379.

BORGES, A.T. (1997). O Papel do laboratório no ensino de Ciências. Atas do I ENPEC, Águas de Lindóia S.P., p. 01-10.

BORGES, A.T. (2002). Novos rumos para o laboratório Escolar de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, vol. 19, nº 3, pp. 219-313.

BRETON, P. (1999). *A argumentação na comunicação*. 1ª ed. Bauru SP: EDUSC. (Tradução do original francês *L'argumentation dans la communication*, Paris, Éditions La Découverte 1996).

BRUNER, J. (1991). *Acts of meaning*. Cambridge, MA: Havard University Press.

CEDRO, W. L. (2004). *O espaço de aprendizagem e a atividade de ensino: O clube de matemática*. São Paulo (SP): Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. (Dissertação de Mestrado) Disponível em <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-21062005-104453/publico>

CORRÊA, Ana Lúcia Lopes. (2003). *A prática de leitura e a escrita em aula de física mediadas por textos de divulgação científica*. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais.

DUARTE, N.(2004) *Formação do indivíduo, consciência e alienação: o ser humano na psicologia de A. N. Leontiev*. Cadernos Cedes, Campinas, v. 24, n. 62, p. 44-63.

Engeström, Y. (2006). L' interagentivité orientée-objet:vers une compréhension de l'intentionnalité collective dans les activités distribuées. In Jean Marie Barbier e Maec Durand (org.) *Sujets, activités, environnements: approches transverses*. Education et formation. PUF: Paris.p.135-173.

DEBOER, G (1991). *A history of ideas in science education*. New York: Teachers College Press.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J.; MORTIMER, E.F. & SCOTT, P. (1994). *Constructing scientific knowledge in the classroom*. Educational Researcher, 23(7).

DUSCHL, R. (1998). *La valoración de argumentaciones y explicaciones: promover estrategias de retroalimentación*. Enseñanza de las Ciencias, vol. 16, nº 1, pp. 03-20.

FREIRE, P. (2006). *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 33. ed. São Paulo: Paz e Terra.

FREITAS, M.T.A. (1994). *Vygotsky & Bakhtin; Psicologia e Educação: Um Intertexto*. São Paulo: Ática.

GASPAR, A. e MONTEIRO, I. C. C. (2005). *ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE DEMONSTRAÇÕES EM SALA DE AULA: uma análise segundo o referencial da teoria de Vigotski*. Investigações em Ensino de Ciências. Porto Alegre - RS: , v.10, n.2.

HALLIDAY, M.A.K. (1993). *Some Grammatical Problems in Scientific English*. In Halliday, M.A.K. and Martin, J.R. *Writing Science: Literacy and Discursive Power*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.

HODSON, D. (1988). *Experiments in science and science teaching*, in: Educational Philosophy and Theory, V: 20 n: 2.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. N. (1982). *The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research*. Review of Educational Research, v.52, n.2, p.201-217.

IZQUIERDO et all, (1999). *Fundamentacion y diseño de las practicas escolares de ciencias experimentales*. Enseñanza de las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas. vol.17, nº 1, pp. 45-59.

LATOUR, B.; WOOLGAR, S. (1997). *A vida de laboratório : A produção dos fatos científicos*. Rio de Janeiro: Relume Dumará.: *La vie de laboratoire*, 1986)

LAZAROWITZ, R.; TAMIR, P. (1994). *Research on using laboratory instruction in science*. In: GABEL, D. (Ed.). *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York. MacMillan. p. 94-128.

LEMKE, J.L. (1990). *Talking science. language, learning and values*. Norwood, New Jersey: Ablex Publishing Corporation.

- LEONTIEV, A. (1978). O desenvolvimento do psiquismo. Horizonte Universitário.
- LIBÂNEO, J.C. (2004). *A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender - a teoria histórico cultural da atividade e a contribuição de vasilí davídov*. Revista Brasileira de Educação, No 27 pp. 5 a 24.
- LOPES, Manuela Gomes. (2007). A concepção de licenciandos sobre ensino e aprendizagem: uma análise de uma disciplina de Prática de Ensino de Ciências Biológicas. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.
- LURIA, A. R. (1992). *A construção da mente*. São Paulo: Ícone. (Tradução feita a partir do original russo por Marcelo Brandão Cipolla)
- MORA, J.F. Dicionário de Filosofia, E. J. Tomo II. (2001). Edições Loyola, São Paulo, Brasil.
- MORTIMER, E.F.; CHAGAS, A.N.; ALVARENGA, V.T. (1998). *Linguagem científica versus linguagem comum nas respostas escritas de vestibulandos* in: Investigações em ensino de ciências, V: 3, n: 1
- NASCIMENTO, Érika Giesbrecht. (2003). A interatividade entre visitantes de grupos escolares e objetos expositivos: um estudo de caso no Exploratório Leonardo da Vinci. Dissertação (Mestrado em Mestrado em Educação) - Universidade Federal de Minas Gerais.
- NASCIMENTO, S. S. (1999). Essai d'objectivation de la pratique des associations de culture scientifique et technique française. Tese de doutorado. Universidade Pierre et Marie Curie: Paris 6.
- NASCIMENTO, S. S., VILLANI, C. E. P. (2004). Le rôle des travaux pratiques de physique: données empiriques et construction de signifiés dans la pratique discursive argumentative des élèves au lycée. ASTER - Recherches en didactique des sciences expérimentales. Paris - França: , v.38, n.2, p.185 – 209.
- OCHS, E. (1979). Transcription as theory: In OCHS, E & SCHIEFFELIN, B.B. (eds). Developmental Pragmatics. New York: Academic Press. pp. 42-72.
- PINHO ALVES, J. (2000). Atividades experimentais: do método à prática construtivista. Florianópolis (SC) : Centro de Ciências da Educação da UFSC. (Tese, Doutorado em Educação).
- POPPER, S. K. R. (1999). Conhecimento objetivo. Editora Itatiaia. Vol. 13.
- RICHOUX, H. & BEAUFILS, D. (2003). La planificación de las actividades de los estudiantes en los trabajos prácticos de física: análisis de prácticas de profesores. Enseñanza de las Ciencias, vol. 21, n° 1, pp. 95-106.
- SÉRÉ, M. G. (2002). *La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia?* Enseñanza de las ciencias, vol 20, n° 3, pp. 357-368.

STRUCHINER, M. & GIANNELLA, T. R. (2003). Desenvolvimento e Análise da Dinâmica de um Curso Virtual com base na Teoria da Atividade. In: II Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição: reflexões para o ensino, 2003, Belo Horizonte MG. Anais do II Encontro Internacional Linguagem, Cultura e Cognição: reflexões para o ensino.

TALÍZINA, N. (1988). *Psicologia de la enseñanza*. Biblioteca de psicología soviética. Editorial Progreso, Moscu.

VAZ, A.M. (1989). *Estrutura e Função do Laboratório*. São Paulo : Instituto de Física e Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. 182p. (Dissertação, Mestrado em Ensino de Ciências. Modalidade : Física).

VIEIRA, R. D., NASCIMENTO, S. S (2007). Análise da argumentação no discurso de uma turma de licenciandos em física sobre um tópico de mecânica Newtoniana. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 24, p. 174-193.

VIEIRA, R. D. (2007). *Situações argumentativas na abordagem da natureza da ciência na formação inicial de professores de física*. Dissertação de Mestrado: Faculdade de Educação da UFMG.

VILLANI, C. E. P. (2002). *As práticas discursivas argumentativas de alunos do ensino médio no laboratório didático de física*. Belo Horizonte (MG): (Dissertação de Mestrado).

VILLANI, C. E. P., NASCIMENTO, S. S. (2003). Argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio. *Investigações em Ensino de Ciências*. Porto Alegre - RS: , v.8, n.3.

VYGOTSKY, L.S. (2002). *A formação social da mente*. 6ª ed. 5ª tiragem. São Paulo: Martins Fontes. 191 p. (Tradução do original russo feita a partir do inglês : *Mind in Society – The development of higher psychological processes*. 1984)

WERTSCH, J.V. (1988). *Vygotsky y la Formacion Social de la Mente*. Barcelona: Ediciones Paidós.

## Anexos

### Índice dos anexos

Anexo 1: Parecer do COEP -----	133
Anexo 2: Solicitações de diligência -----	135
Anexo 3: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido -----	139
Anexo 4: Roteiro e transcrição da entrevista com o professor -----	141
Anexo 5: Os Quadros de Narrativas das Ações -----	152
Anexo 6: Transcrição fina da aula 2 “Princípio de Arquimedes: determinação da densidade de um líquido -----	161
Anexo 7: Roteiro e anotações no caderno de campo da aula 2 “Princípio de Arquimedes: determinação da densidade de um líquido”-----	179
Anexo 8: Relatório dos estudantes ALAN e ANA sobre a aula 2 “Princípio de Arquimedes: determinação da densidade de um líquido”-----	189

# **Anexo 1**

**Parecer do COEP**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG - COEP


**Parecer nº. ETIC 412/04**

**Interesse: Profa. Dra. Silvânia Souza do Nascimento  
Faculdade de Educação - UFMG**

**DECISÃO**

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP, aprovou no dia 14 de agosto de 2005, depois de atendidas as solicitações de diligência, o projeto de pesquisa intitulado « **O Papel das Atividades Experimentais na Educação em Ciências: Análise da Ontogêneses dos Dados Empíricos nas Práticas Discursivas de Alunos no Laboratório Didático de Física do Ensino Superior** » bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do referido projeto.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.

  
p/ **Profa. Dra. Maria Elena de Lima Perez Garcia**  
**Presidente do COEP/UFMG**

# **Anexo 2**

## **Solicitações de diligência**



**Universidade Federal de Minas Gerais  
Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP**

**Processo nº:** 412/04

**Data de Recebimento COEP** 31/08/2004

**Título:** O papel das atividades experimentais na Educação em Ciências: análise da ontogênese dos dados empíricos nas práticas discursivas de alunos no Laboratório Didático de Física do Ensino Superior.

**Área de conhecimento:** Ciências da Humanas/Educação

**Pesquisador Responsável:** Carlos Eduardo Porto Villani.  
Prof. Dra. Silvania Sousa do Nascimento.

**Instituição** FAE/UFMG

**Apoio Institucional Presente** (Outorgado pela Vice-Diretora da FAE/UFMG e pelo Chefe do Departamento pertinente).

**Folha de Rosto:** Completa

**Documentação:** Padrão

**Curriculum Vitae:** Presentes

**Resumo da Pesquisa:** Pesquisa iniciada em 20.08.2004 com término previsto para 31.12.2006. Busca investigar as práticas discursivas, presentes em aulas de laboratório, buscando entender a singularidade da contribuição das atividades experimentais para a Educação no Ensino Superior

1

**Procedimento:** Dados a serem coletados através da observação presencial do pesquisador, com registros em caderno de

campo, áudio e vídeo de todas atividades experimentais realizados em um ou dois laboratórios de Física da UFMG. Há também presença de entrevistas semi-estruturadas.

**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido:** Adequado para o tipo de público-alvo.

**Riscos:** Não há.

**Privacidade do Sujeito de Pesquisa:** Compromisso de utilização dos dados somente para a pesquisa. O banco de dados gerado será destruído após 5 anos..

**Benefícios para os sujeitos de pesquisa:** Presente, ainda que de forma indireta..

**Publicidade dos Resultados:** Garantida pelos pesquisadores.  
Divulgação em meios científicos.

**Parecer:** Projeto de relevante interesse com risco mínimo para sujeitos de pesquisa. Não há, no entanto, a autorização do Diretor responsável pelos laboratórios. (ICEx) Sou pela colocação do projeto em diligência para suprir essa lacuna.



**Universidade Federal de Minas Gerais**  
**Instituto de Ciências Exatas**  
**Diretoria/Secretaria Geral**  
Caixa Postal 702  
30123-970 - Belo Horizonte-MG - Brasil

Telefone (31) 3499-5810  
Fax (31) 3499-5800  
URL: <http://www.icex.ufmg.br>  
E-mail: [secgeral@icex.ufmg.br](mailto:secgeral@icex.ufmg.br)

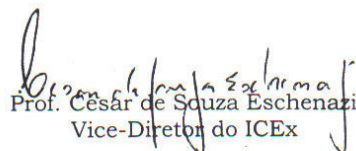
OF.DIR.ICEx.048/05

Belo Horizonte, 28 de abril de 2005

Senhora Presidente,

Autorizo os pesquisadores Carlos Eduardo Porto Villani e Silvania Sousa do Nascimento a fazerem coleta de dados para o Projeto "*O papel das atividades experimentais na educação em Ciências: análise da ontogênese dos dados empíricos nas práticas discursivas de alunos no laboratório didático de Física do Ensino Superior*", junto aos estudantes dos laboratórios das disciplinas de Introdução à Física Experimental.

Atenciosamente,

  
Prof. César de Souza Eschenazi  
Vice-Diretor do ICEx

Profª Maria Elena de Lima Perez Garcia  
Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG  
Pró-Reitoria de Pesquisa

# **Anexo 3**

**Termo de Consentimento Livre e  
Esclarecido**



**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E  
ESCLARECIDO**

O Prof. Carlos Eduardo Porto Villani, aluno do curso de doutorado em Educação Conhecimento e Inclusão Social da Faculdade de Educação (FaE) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), e sua orientadora, Professora Dr.<sup>a</sup> Sylvania Sousa do Nascimento do Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino da (FaE- UFMG) requisitaram minha participação neste estudo intitulado **“O PAPEL DAS ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: ANÁLISE DA ONTOGÊNESE DOS DADOS EMPÍRICOS NAS PRÁTICAS DISCURSIVAS DE ALUNOS NO LABORATÓRIO DIDÁTICO DE FÍSICA DO ENSINO SUPERIOR”**.

O objetivo geral da pesquisa é identificar as práticas e dinâmicas discursivas presentes em aulas de laboratório, e entre elas as mais favoráveis à execução das tarefas propostas pelas atividades experimentais. A participação neste estudo envolve a filmagem de todas as aulas de laboratório da disciplina “Introdução a Física Experimental” e acesso as cópias xerográficas dos relatórios referentes as atividades experimentais desenvolvidas em todas as aulas do semestre letivo.

Os riscos da influência negativa deste projeto na aprendizagem e no rendimento escolar são pequenos uma vez que o pesquisador estará acompanhando o processo e interferindo no mesmo, através de um acompanhamento sistemático e de uma avaliação processual do desempenho da turma na realização das atividades. Entretanto caso o rendimento da turma seja inferior à média do rendimento dos alunos de outras turmas, dessa disciplina, o projeto será imediatamente interrompido.

Todos os dados coletados são confidenciais, logo a identidade do participante não será revelada publicamente em nenhuma hipótese, sendo o nome da instituição e dos demais sujeitos participantes, alterados no registro escrito e, somente os pesquisadores envolvidos neste estudo terão acesso a estas informações, que serão utilizadas apenas para fins científicos.

Os resultados desta pesquisa poderão ajudar futuramente na otimização dos processos de ensino e aprendizagem que ocorrem em laboratórios didáticos, bem como nos processos de formação inicial e continuada de professores.

Estou ciente de que tenho total liberdade para esclarecer qualquer dúvida em relação à pesquisa ou à minha participação, antes ou depois do meu consentimento, pois todas as dúvidas deverão ser esclarecidas pelos membros da equipe responsável, pessoalmente durante toda a pesquisa. Também posso me desligar deste projeto a qualquer momento sem necessidade de me justificar junto aos pesquisadores.

**Eu, voluntariamente, aceito participar desta pesquisa. Portanto, concordo com tudo que está escrito acima e dou meu consentimento.**

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2004.

Assinatura do voluntário: \_\_\_\_\_.

Assinatura do pesquisador: \_\_\_\_\_.

# **Anexo 4**

**Roteiro e transcrição da  
entrevista com o professor**

## **Roteiro da entrevista com o coordenador do curso/disciplina: introdução ao laboratório de física**

### **1 – Abrangência e alcance da disciplina\***

- 1.1- A disciplina faz parte do currículo de quantos cursos aproximadamente? Quais são os critérios observados, na especificidade de cada curso, que justificariam a inclusão desta disciplina no seu currículo?
- 1.2- A disciplina atende a aproximadamente quantos alunos por semestre? Como você classificaria a taxa de evasão de alunos nesta disciplina? (pequena, aceitável, preocupante)
- 1.3- Como você classificaria o desempenho da maioria dos alunos na disciplina (alto, médio ou baixo)?

\* Pedir permissão para acessar os dados relativos a este item na secretaria do departamento.

### **2 - Caracterização do contexto institucional**

- 2.1- Quais são os objetivos institucionais da disciplina?
- 2.2- Quais são os materiais didáticos utilizados na disciplina?
- 2.3- Qual a estrutura física, o suporte material e suporte de pessoal oferecidos pela instituição para a disciplina?
- 2.4- Como você avalia a estrutura atual da disciplina?
- 2.5- Quais experiências, vivenciadas anteriormente na instituição, culminaram na forma estrutural que a disciplina possui atualmente?
- 2.6- Como a disciplina se liga ao currículo dos cursos (ela é obrigatória, optativa, funciona como pré-requisito, etc..)
- 2.7- Quais são os instrumentos utilizados para avaliar o desenvolvimento da disciplina?
- 2.8- Como é realizada a avaliação institucional da disciplina?
- 2.9- Você considera que a disciplina tem atingido os objetivos propostos por ela?
- 2.10- Como é feita a avaliação do curso pelos alunos?
- 2.11- Quais são as formas utilizadas para avaliar o desempenho dos alunos

### **3 – Objetivos e funções das atividades experimentais e do laboratório didático.**

- 3.1- O que se espera que os alunos aprendam com as atividades experimentais?
- 3.2- Quais habilidades são desenvolvidas ou trabalhadas nestas atividades?
- 3.3- Quais atitudes são desenvolvidas com as atividades experimentais?
- 3.4- Quais são as atitudes consideradas necessárias para desenvolver as atividades experimentais?
- 3.5- Descreva o que seria, na sua opinião, o comportamento ideal de um aluno no laboratório didático.

# Transcrição da entrevista

□Professor: Como é que é você vai fazendo as perguntas e eu vou respondendo ou não precisa de fazer a pergunta.

□Entrevistador: Não não/eu leio a pergunta só pra gente ter um caráter mais com uma entrevista /mas eu acho que o roteiro é muito importante pra estar guiando mesmo a conversa/ agente pode ir interferindo um no outro /Então na sua opinião a disciplina faz parte do currículo de quantos cursos aproximadamente

Professor: Acho que aproximadamente dez/ são todas as engenharias /as disciplinas do ICEX /ciências exatas que são matemática química computação estatística e \*(geologia)\* e eu acho que tem mais umas cinco engenharias envolvidas elétrica mecânica automação /talvez mais de cinco

Entrevistador: Pra todos os cursos que passam pelo icex / eles fazem essa disciplina

Professor: fazem todos fazem.

Entrevistador: Quais são os critérios observados na especificidade de cada curso que se justificariam de acordo /é claro que ia pensar que o currículo disciplinar do curso/mas o que você acha que liga todos eles dentro desse currículo/ que coloca essa disciplina no currículo de todos esse cursos

Professor: esse cursos todos tem uma /tem essa necessidade de ter uma formação básica que é chamado de ciclo básico de matemática e física sobre tudo/ então sendo assim pra ter o conhecimento básico de física o departamento de física propõe essa disciplina experimental essas disciplinas experimentais em particular essa como primeira /então nessa de atender /nessa de aprender física também no laboratório é/ é isso que leva cada colegiado a decidir que essa disciplina vai fazer parte do seu currículo

Entrevistador: A disciplina atende a aproximadamente quantos alunos por semestre

Professor: Então é entre quinhentos e cinqüenta a seiscentos alunos /em geral são de trinta a trinta e duas turmas com dezoito alunos por turma/ excepcionalmente tem turmas com mais de dezoito alunos isso é contrario a orientação que agente da pra matricula mas às vezes acontece turma de vinte às vezes /às vezes vinte e um /os noturnos as vezes como tem menos horários disponíveis às vezes o excesso de alunos faz com que a turma tenha até vinte eu já dei aula na sala de aula /é ruim mas assim dezoito sobra três não tem como abrir uma turma pra três vinte

Entrevistador: Porque ai acaba tendo três grupos trabalhando com três alunos

Professor: É /É um grupo com três já é ruim

Entrevistador: Bom /você classificaria a taxa de evasão dos alunos disciplina com alta branda

Professor: Muito pequena evasão mesmo é muito pequena, reprovação é pequena e evasão muito pequena

□Entrevistador: Como que você classificaria o desempenho da maioria do alunos nessa disciplina

□Professor: Eu acho que é médio/médio um pouco sem tanto /pela/ pela importância que o aluno da pra ela/ nas disciplinas no laboratório geral são disciplinas assim como diz como tem esse aspecto lúdico que você vai brinca monta e também a atitude da gente não é tão 'controlante' muito comum nas disciplinas de teoria então o que que acontece ele acabam tendo que responder com mais vigor na demanda lá dos professores de teoria /então/ com isso o interesse fica meio descondensado

□Entrevistador: Bom / caracterização agora do contexto da instituição /quais seriam os objetivos institucionais da disciplina

□Professor: Então ate escrevi uma coisa aqui /é sucinto e objetiva/ que é essencialmente o que agente pretende é iniciar o aluno em técnicas de obtenção tratamento e analise de dados de experimento de física /bem como apresentação de resultados na forma de um relatório /então a idéia eu acho que tem outra questão aqui que aborda isso ai eu falo na hora mas a idéia é que dentro dessa disciplina o aluno contato com o que é trabalhar em um laboratório o que é fazer uma medida /o que que se faz depois que se foram feitas as medidas /como é que você conta isso /que você registra isso

Entrevistador: Que não pode ser uma coisa qualquer



□Professor: É tem uma estrutura /existe um vocabulário /uma estrutura que é mais ou menos consenso/ mínimo que agente tem conseguir é consenso /então essa e a intenção fundamental da disciplina

Entrevistador: Quais são os materiais didáticos utilizados na disciplina

Professor: Ora é/bom /são instrumentação tão simples como possível e tão boa como possível /né então tem coisa que agente usa simples porque o simples é suficiente e outras que tem coisa que precisam de sistemas mais sofisticados ai nem também sempre agente tem então depende de investimentos ate um tempo atrás alvenaria ocorreram investimentos bons /então agente tem instrumentação razoável em termos de qualidade e sofisticação essa disciplina em especial de introdução a física experimental a instrumentação é muito simples a intenção é isso mesmo que seja simples// pra mostrar que com coisas simples agente consegue fazer observações relevantes

□Entrevistador: Além disso, eu tenho observado que nas suas aulas vocês usam também um pouco o quadro /tem uma pequena exposição alguns relatos alguns relatos

Professor: Mais /mais no sentido de /de chamar a atenção/prá algumas coisas assim/ você deve ter notado lá que não existe exposição sobre os assuntos /agente não faz exposição sobre cada assunto específico/ tem a exposição geral/comentários gerais sobre atitudes deles /coisa de pegar o relatório corrigir e devolver/então /isso uma orientação que a coordenação da /nem todo mundo segue né/

Entrevistador: Talvez até um pouco que eu tenha observado/que o conteúdo de fato abrangente na física /o que agente tradicionalmente chama de conteúdo que seriam leis da termodinâmica/as leis das// leis de ondas/ de todas aquelas áreas não são eles o foco mas aquele conteúdo/ por exemplo/vou até interferir um pouco na sua resposta/mas é aquela questão por exemplo de estar trabalhado o que é uma medida né/ isso muitas vezes eu vejo você comentando com os alunos o que é uma medida o que é um relatório então /essas esses conhecimentos passariam por exemplo como não visíveis/ eles que são de fato o conteúdo aquilo / sobre o/ objeto de reflexão do aluno

Professor: Isso/ o conteúdo da disciplina não é//o conteúdo principal da disciplina não é o conteúdo da física

□Entrevistador: E sim são essas habilidades específicas do laboratório

□Professor: Tanto que nessa disciplina tem experimento de tudo/de todas as/de todos os assuntos/vários assuntos da física/ eletricidade termodinâmica hidrostática ondas oscilações /ele é amplo e não pretende ser profundo /não é essa a intenção

Entrevistador: Mas em compensação você tem um conteúdo ligado a algarismos significativos ao erro de medida o próprio conceito do que é uma medida

□Professor: Trabalhar com os dados representação gráfica /tratamento de uma curva /como é que você trata uma curva um ajuste/ linearisa ou não linearisa //as informações que você tira disso e o que significa você ter feito um ajuste da curva/ aqueles números o que eles são para um determinado experimento/mas vocês estão vendo aqui material didático utilizado outra coisa eventualmente usa uma apostila que tem um texto introdutório sobre essa coisa gerais ai e os vários roteiro

□Entrevistador: Isso/ que é um material importante tem até aquela questão do pre-relatório que o aluno utiliza de fato esse material didático que e a apostila pra poder se preparar para a atividade que um material /como eu diria como fundamental também na disciplina

Entrevistador: E a estrutura física /o suporte material suporte pessoal que a instituição oferece você já falou um pouco mas....

□Professor: Então a estrutura física básica é constituída de bancadas/ onde tem instrumentação para se fazer as montagens umas já ficam prontas outras o aluno é quem faz //e como eu falei antes é que o ideal que o aluno trabalhe em grupos de dois /dois alunos agente consegue isso na quase totalidade o resultado e muito distinto se fossem três /os experimento tem instrumentação simples muita coisa que agente faz /feita em casa ai outras agente faz na oficina /eu ponho o monitor pra me ajudar nessas coisa /computadores pra tratamento de dados desde o inicio /na primeira aula atividade de fato que agente tem uma aula da uma geral como é que vai ser o curso também acaba brincando de medir /em principio agente tem desde a primeira aula computador disponível e necessário então ele usa o computador /o corpo de professores da disciplina que varia muito nessa disciplinas o corpo de professores varia muito porque tem alguns tipos de professores por decisão da câmara eles são orientados a trabalhar lá /são

professores substitutos que são em geral muito temporários às vezes um ano às vezes seis meses /os aluno de pós-graduação que tem que participar tem isso como atividade didática atualmente agente tem um monitor (...) oficial e o apoio técnico que tem um técnico em eletrônica pra assim /pra reparos que fica dedicado a todos os laboratórios de ensino no departamento e o outro tipo de apoio técnico agente usa o apoio técnico geral do departamento na oficina mecânica /oficina de criogenia mesmo a oficina eletrônica consertar alguma coisa mais sofisticada

Entrevistador: Quais as experiências vivenciadas anteriormente na instituição que culminaram nessa forma estrutural que essa disciplina tem hoje

Professor: Então é /desde que eu entrei aqui como professor na época que a demanda era maior que a oferta não maior mas tinha uma demanda muito maior do que hoje eu entrei aqui recém formado fiz o mestrado aqui logo depois fiz o doutorado mas já era professor desde essa época que tem um /sempre tem gente trabalhando com o ensino experimental tinha a Beatriz que fazia um trabalho muito legal ai na época /mas assim é um tipo de tarefa que a relação investimento retorno individual e muito negativa pra pessoa então no /negativa no sentido assim que muito esforço e o retorno do pessoal é pequeno /então não é muita gente que se envolve a fundo /inclusive até pra perceber o que é ter esse envolvimento mas enfim desde então tem um monte de gente que tem se preocupado com isso /em geral os coordenadores tem interesses diferentes do resto dos outros professores //mas tinha uns problemas que agente percebia e não via o porque que acontecia isso ai agente começou a discutir e chegamos nessa proposta baseada nos problemas que assim a estrutura do ensino de laboratório era por conteúdo então você tinha física geral um de laboratório que era a mecânica física geral dois que era a termodinâmica e eletricidade dois assuntos que não tem correlação direta imediata e física geral três laboratório que era oscilações ondas ótica parece que tinha uma parte que era magnetismo acho que tinha (fundamento de magnetismo ) mas ai o que acontecia em nenhum laboratório desses em nenhuma disciplina dessas tinha como objetivo e como intenção controlar ou estimular ou cobrar /cobrar sempre cobrava mas é/ a preocupação mesmo do que que é fazer a medida o que que é fazer relatório o que que é uma incerteza numa medida que que você tem que tomar cuidado na hora de apresentar o resultado então nessa preocupação de se dar o conteúdo acabava que a redação dos meninos assim que tanto forma quanto ficava ruim até sempre /tem uma disciplina que eles fazem com os alunos de física fazem no último semestre que é física experimental avançada e eu tenho dado essa disciplina já a um tempo também e a concentração era essa que lá na física experimental avançada no ultimo ano de física muitos alunos tinham uma maneira de trabalhar e de relatar ainda muito ruim cheia de defeitos com coisas bobas tipo como apresentar o resultado saber escrever uma incerteza achar um resultado ai que pintou essa idéia então vamos fazer um laboratório inicial com esse objetivo que é o objetivo que agente anotou ali atrás /então foi ai que apareceu isso ai /ainda discutimos e durou um certo tempo pra gente convergir nas discussões/participou um monte de gente participou ai fizemos a proposta que foi a assembléia geral de departamento ai e é o jeito que ta hoje então essa disciplina garante /tenta garantir um mínimo necessário pro aluno depois fazer as outras com conteúdo mais profundo /mais específico

□Entrevistador: Como que essa disciplina se liga ao currículo dos cursos /ela é obrigatória /é optativa

□Professor: Então ela é obrigatória para alguns e eu acho que ela é optativa /perdão desculpa ela é obrigatória pra maioria e acho que optativa pra alguns/ isso eu não sei / o Zé Guilherme pode explicar melhor //eu sei que ela é optativa /tem um curso especial que eu olho essa coisa de ser optativa que eles não colocaram na grade mas colocaram uma disciplina de laboratório que seria posterior a ela ai o que que aconteceu os alunos iam fazer /eu não lembro eu acho que era eletricidade e óptica que é um jeito que funciona as (outras) que são módulos eletricidade óptica mecânica e termodinâmica são esses quatro módulos se combinam pra formar dois a dois uma outra disciplina então esse curso da engenharia não optou pelo laboratório de introdução e optou por um outro /ai foi óbvia a /foi obvio o comportamento dos alunos /então essa coisa que agente queria garantir nesse laboratório de introdução não foi feito então os professores lá /tinham umas dificuldades com os alunos que eram as dificuldade que se tinha antigamente porque eles não passaram por essa primeira disciplina que tenta corrigir essas coisa /mas essa coisa que você entrou com obrigatória e optativa isso é cada colegiado que decide o departamento oferece /o departamento de física oferece e os outros departamentos que decidem se ela é

obrigatória optativa

Entrevistador: E ela não é pré-requisito

☐Professor: Ela é pré-requisito pois é

☐Entrevistador/ Professor: Pras outras duas /pras outras ela é

☐Entrevistador: Ela é obrigatória e pré-requisito pras outras duas

☐Professor:Pré-requisito/mas justamente uma vez que se escolheu a //eu não entendi como funcionou isso do ponto de vista 'legal' da/ das regras dessa coisa de estrutura de pré-requisito mesmo/ porque esse curso de engenharia em particular fez a outra disciplina sem ter feito ela

Entrevistador: Pode ter sido um acordo interno desse curso

Professor:É também essa coisa de pré-requisito também /acho que até isso eles é que decidem/ na verdade é que eles tem lá uma disciplina de medidas/ metrologia sei lá eles estavam achando que era isso que agente daria aqui

Entrevistador: É aquela velha falha na comunicação eles acham alguma coisa mas não sabem como é a disciplina de fato quais os objetivos dela/ faltou um pouco de comunicação nesse sentido

Entrevistador: Como é realizada a avaliação institucional/ essa da universidade

Professor:Então assim a universidade em si não avalia/ a universidade não avalia disciplina nenhuma /pelo menos pelo/ pelo que eu sei /se tal disciplina tem um conteúdo legal ou não /se o departamento responsável ta// tomando cuidado com ela ou não eu acho que não existe essa avaliação /avaliação institucional que pode ser considerada aqui e conversa entre agente os coordenadores conversam coordenadores tem alguns que são mais/ tem uns professores que colaboram mais/ então a avaliação é nesse sentido olha muda/ sempre tem uma reunião inicial do semestre com os professores onde alguns professores mais veteranos às vezes dão /fazem comentários seria bom também ter uma reunião final também pra tomar esse tipo/ mas não acontece/ não houve envolvimento /que a instituição tem com as disciplinas /não existe essas reuniões de fim de curso tão importantes/acaba ficando desse jeito uma avaliação de conversa e manifestação de opinião sugestão

Entrevistador: Você considera que a disciplina tenha atingido os objetivos propostos por ela

☐Professor: Bom eu acho que sim/agora /o tanto assim parcialmente ou totalmente é muito dependente do professor envolvido nela sabe/ isso é obvio em qualquer lugar qualquer disciplina também o professor pode se envolver muito ou pouco seja a disciplina de atividade de laboratório seja de atividade teórica/ na verdade as disciplinas de atividade teórica têm um vinculo maior entre o aluno e o professor porque tem o livro tem os problemas tem a prova escrita então existe um nível maior de cobrança às vezes até não muito explicita do que pode acontecer no laboratório então o laboratório é um lugar onde o professor pode relaxar mais no sentido que a função tarefa é a realização do experimento então se vai da apoio se vai discutir se vai colocar questões que vão suscitar o aluno a refletir mais ou tomar outra atitude isso depende da iniciativa dele porque é uma situação diferente cada aluno ta fazendo uma coisa/ então com isso se é /se o resultado da disciplina como um todo boa ou ruim eu acho que tem que ser considerado com essa lente com esse foco com esse prisma /qual /qual que é o envolvimento que o professor teve nele e isso no geral não é feito /tem época que agente escuta umas criticas lógico /que os alunos chegam lá e não estão sabendo daquelas coisas/ então antes de pensar que a culpa é da disciplina hoje pra mim eu tenho certeza que a culpa não é/ a maior culpa não é da disciplina é de professor incubido

☐Entrevistador:É inclusive que você fez um relato interessante a poucos instante atrás que é exatamente a falta que fez daqueles alunos pra aqueles alunos que não passaram pela disciplina estarem fazendo disciplina posterior de laboratório né ai então você tem o fator também que é um indicador favorável porque quem não passou por ela mesmo que ela não tenha sido vista com todo o rigor considerado necessário esse que não passou ainda assim tem uma desvantagem muito maior então é nesse sentido que a disciplina pode ser vista

☐Professor: Então tem um mínimo ai que é (.....)

☐Entrevistador: Como é feita a avaliação do curso pelos alunos /como que os alunos

☐Professor: Então é só essa eu acho que é PAIUBE esse projeto de avaliação só isso /é no final /depois que a reitoria trabalha ai em cima manda pro departamento e o departamento disponibiliza /informa

que esse resultado esta ai /não e publicado não é discutido fica lá /se eu quiser ir ver a avaliação que meus alunos fizeram da minha turma lá do meu envolvimento eu procuro essa informações só isso

□Entrevistador: Agora informalmente os alunos trocam informações com o professor /eles sempre estão conversando um pouco com agente ai nesse caso como você vê o retorno que eles fazem sobre a avaliação dessa disciplina

Professor: Uai sô em geral os comentários são bons sabe

□Entrevistador: Eles ficam satisfeitos

□Professor: Ficam /né você vê final de aula os carinhas com cara boa sabe como a avaliação também final do semestre assim /as preocupação/ os caras preocupados /isso eu acho que talvez tenha mudado um pouco preocupado/ minha prova fui bem não fui bem não esta tão gratuita a aprovação como poderia ser

Entrevistador: Eles também procuram muito o professor durante as aulas /eles tem uma demada/tenta esclarecer duvidas

□Professor: Essa realimentação eu particularmente acho muito legal isso eu gosto muito de trabalhar na oratória por causa disso / a coisa é ali na hora com cada um olho no olho e tal coloca questão nova os meninos também apresenta questão nova às vezes

Entrevistador: Nisso ai eles têm muita (proximidade) de chamar o professor

Professor: Ai entra até na disponibilidade assim/de novo eu acho que é um fator humano /ser humano ai que é relevante eu to insistindo nesses pontos porque esse tipo de avaliação geral você tem trinta turmas trinta e duas vinte e oito tem doze quinze professores ai então vamos avaliar então são parâmetros demais as turmas /as turmas tem turmas bem heterogenias a maioria não porque aqui que eles agrupam por cursos né então essa disciplina ou é de primeiro semestre ou de segundo semestre então são alunos que vieram juntos do vestibular classificaram juntos tem um /em principio tem um nível de informação básica igual /mas tem turma que é mais heterogenia

Entrevistador: Essa disciplina ela/ ela inicia no segundo semestre

□Professor: Quase todo mundo engenharia elétrica que começa no primeiro foi aquela que deu aquela confusão na hora de fazer o cronograma (.....) mas pra quase todo mundo ela é de segundo semestre em geral o aluno já entrou na universidade /isso da pra sentir a diferença o aluno de primeiro calouro e um de segundo semestre é muito diferente essa coisa de ficar seis meses na universidade essa quebra de mentalidade expectativa é muito rápida seis meses (providencia)

□Entrevistador: Então quais são as formas que vocês utilizam pra avaliar o desempenho dos alunos

Professor: Cada aula é um experimento que ele faz e cada experimento ele faz um relatório uma estrutura definida agente pega corrige devolve e avalia da uma nota nesse relatório esse relatório faz parte /a nota desse relatório vai compor a nota em geral quarenta por cento tem isso atualmente então são dez relatórios ou esse semestres que vem de reposição de greve ai o cronograma fica meio enxuto demais ai agente tem feito dez atividades já foram onze já foram doze e são duas provas também que eles fazem que é individual /eles trabalham em dupla mas a prova é individual duas provas individuais uma mais ou menos com um terço do curso um pouquinho mais depois do quarto experimento ele faz uma prova e depois do décimo ele faz a outra prova

□Entrevistador: Agora quanto aos objetivos e funções das atividades experimentais e do laboratório o que se espera que os alunos aprendam com as atividades experimentais

Professor: Então é um pouco disso que eu já falei /essa disciplina a intenção é essa mesmo/ saber abordar um problema um experimental até é meio treinamento que não é dado um problema experimental é dado um roteiro/ então é bem treinamento mesmo não é assim olha acha o valor da aceleração da gravidade só isso pra ele elaborar o que é que eu vou fazer que técnica que eu vou usar nesse experimento /não tem essa etapa os roteiros são prontos e muito bem orientados/ mas essencialmente é isso dado lá o roteiro vai ter a instrumentação é ele saber usar a instrumentação saber perceber que limitações que tem os instrumentos que ele ta usando que precisão que ele pode ter numa medida que cuidado que ele teve faz/ que ele teve na hora de fazer uma medida tem horas que eu tenho que medir muitas vezes a mesma coisa tem hora que eu vou medir a mesma grandeza em situações diferentes e então coletar essas informações /nessa coleta de dados ai e trabalhar esses dados numa

representação gráfica ai já entra no uso de computador geralmente aquela etapa de eles construírem um gráfico manualmente tem só no primeiro dia de aula agente da um exercício pra eles fazerem depois pronto não existe mais isso pega o papel milimetrado régua tal ai é o computador que faz então é isso utilizar métodos numéricos de análise tem programa que agente usa (.....) pra que ele tenha a idéia do que o programa ta fazendo o que é fazer um ajuste o que é fazer um(.....)que agente passa /então pegar essa informações escrever elas de um jeito correto o computador solta resultados do jeito que ele cabe lá na definição dos campos de memória dele lá /então transcrever isso de uma maneira correta saber trabalhar com as unidade com as grandezas e culmina então com isso com a confecção do relatório essa é esse é o tchan tanto que a avaliação total nossa é em cima do relatório /os relatórios das atividades de cada semana e as provas que são experimentos com roteiro com a partir do qual ele realiza um experimento e faz um relatório

□Entrevistador: Deixa eu virar ela aqui //fechar o L-CD ai da um tempinho maior pra câmera /pra bateria pois é

Professor: Então é isso to vendo aqui eu acho que já respondi mais que

□Entrevistador: Não /não tem problema a idéia é essa mesmo os itens estão ai pra guiarem um pouco a nossa conversa pra não ficar uma conversa dispersiva mas você pode como você já notou varias vezes vários itens são recorrentes eles acabam /com as habilidades são desenvolvidas ou trabalhadas nessas atividades experimentais por exemplo comentou bastante até sobre isso mas eu achei interessante essa ultima parte que você falou que é essa questão do relatório o aprender a fazer um relatório e ta também analisando essa questão de trabalhar com as limitações daquele experimento porque o laboratório me parece me deu a impressão aqui agora que você não tem um cardápio são algumas experiências que você escolhe simplesmente mas você tem dentro de um leque de experimentos uma intenção por trás um pouco ai de compreender qual é a limitação que aquela experiência te da pra determinação daqueles itens como que esse itens e como que aqueles itens podem estar relacionados com o modelo ao interpretar o erro do experimento eu to testando de fato o meu modelo que eu tenho científico que ele pode ser posto em cheque ou não quais os limites e a e esse método que é utilizado em cada experiência ele pode ta produzindo uma avaliação dessa desse modelo /esse modelo atende a esses parâmetros ou não

□Professor: Às vezes tem jeito de comparar com outras informações que ele tem às vezes não quando ele vai ver a aceleração o valor da gravidade /ele mede todo mundo todo mundo tem a noção todo mundo que ta na universidade lá no ICEX tem a noção de quanto que o valor da aceleração da gravidade então tem coisa que sim tem coisa que não não vai achar vai medir o modulo de de elasticidade que é um dos experimentos tipo um aço claro que ele não tem nem idéia então acha o numero nessa essa esse tipo de comparação às vezes tem que orientar então já da a informação (.....)

Entrevistador: Quais que são as atitudes consideradas necessárias para desenvolver as atividades experimentais quer dizer o que que o aluno deveria ter como uma conduta moral mesmo pra lidar com a atividade experimental

□Professor: Na verdade é ter atenção e interesse é atenção e interesse /ter interesse de estar ali e ter atenção com as coisa que esta fazendo né essencialmente é isso considerando que todo mundo tenha um nível que o vestibular já determinou então esse essa disciplina em especial as outras não essa introdutória oitenta por cento dos experimentos não tem nada de novo em relação com o que ele já viu do ensino médio como conteúdo não então desse dez experimentos tem dois no finalzinho que justamente intenção e essa mesmo então da uma observadinha numas novidades da mais um gostinho pra eles mas os outros oito são conceitos que ele conhece lá o ensino médio

Entrevistador: E quando ele conhece um conceito e durante a medida ele percebe por exemplo que a medida ta destonando das outras qual é a atitude que se espera que ele tenha quando acontece/ esse tipo de atitude assim quando ele percebe que alguma coisa ta errada ou quando ele faz a experiência de qualquer maneira faz de uma maneira que até ele acha correta mas que tem um erro sistemático qual a atitude que se espera

Professor: É uma coisa que agente cobra e comenta com eles /justamente assim ao final fez tudo já

achou resultado tem que ter uma análise crítica né então um /tem um experimento de medidas de densidade de um líquido que tem que transformar unidade e tem umas potências de dez que tem que envolver e é comum o aluno distrair aí e erra por potência de dez então isso é um ponto que agente chama a atenção por causa de que de repente ele vai lá e dá uma densidade de uma tonelada por centímetro cúbico ou algumas toneladas muitos alunos percebem isso aí comenta e tal chama o professor percebe onde tá a coisa e acaba corrigindo outros não ou outros percebem que durante a interpretação e análise dos resultados lá teve alguma coisa esquisita aqui ó ou poxa vou ter que medir de novo é muito comum o professor vou ter que medir de novo mas será que da tempo aquelas coisas então isso é interessante que a maior parte faz assim um ou outro não então entra nesse modo automático que eu particularmente encho o saco deles e sair desse modo automático /medir tudo foi pro computador tracei a reta calculei então essa crítica o resultado que eu tô achando que que significa isso será que pode estar certo né tem algum absurdo aí né /é comum eles mesmos perceberem

□Entrevistador: Então tá/ uma atitude que é cobrada né de certa forma é essa postura crítica que é extremamente importante que o aluno desenvolva essa

□Professor: Essa coisa de ter atenção pelo que tá fazendo e (.....)

□Entrevistador: Descreva o que seria na sua opinião o comportamento ideal de um aluno no laboratório didático imagina que você fosse o aluno desde entrar

Professor: Eu acho que é muito importante a preparação então agente insiste nisso que eles tem que preparar agora isso não funciona eles não preparam como deveriam em parte eu acho de novo que é por causa que a cobrança além de ser toda a semana que ele tem que ele tem que fazer isso porque toda a semana é atividade nova então a cobrança é mais branda em relação às outras cobranças que ele tem nas outras disciplinas entrega os exercícios que vai dar nota a prova é depois de amanhã né então é uma cobrança diferente aí assim agente tenta estimular que eles façam sem muito terror mas tenta estimular que eles façam então a preparação é importante pro aluno e essa coisa mesmo que eu te falei anteriormente que se trata/ do interesse /da disposição e da atenção sobretudo nessa disciplina não se pede quase nada nessa de pré-requisito que é o mínimo de um cara que passou no vestibular então ele não precisa saber muita coisa inclusive de matemática algumas coisas de cálculo agente já começa a cobrar na segunda metade da disciplina depois da primeira prova algumas coisas de cálculo que são cálculo de universidade na verdade derivada alguma coisa de derivada

que em princípio que eu acho que o ensino médio aborda também mas agente só cobra depois então isso também nem isso é necessário então no mais é interesse a preparação e e o esmero no trabalho agente tenta também essas coisas iguais com relação de curso essa coisa do social igual eu tô trabalhando numa sala com muita gente aquela sala é usada por mais trinta turmas quinze turmas são duas salas então essa coisa de manter a sala organizada manter o nível de ruído razoável eles conversam entre si conversam um grupo com o outro conversa comigo é coisa muito dinâmica mesmo então não tem jeito de se falar a /não é que não tem (.....) vamos desligar o celular essas coisas né e essa coisa de pensar que depois alguém vai estar trabalhando naquele lugar e ele também chegou depois que alguém trabalhou organizar as coisas o cuidado com o bem público eles ficam desperdiçando impressão de resultado não fica imprimindo tudo qualquer coisa a erreí aqui vou imprimir de novo esqueci de por o til do meu nome coisas assim tem um lado meio de educador tô falando por mim muitos de nós fazem isso mas tô falando por mim eu acho que é isso o aluno com essas características aí

Entrevistador: Muito obrigado pela entrevista Professor pra terminar aqui deixa eu fazer um relato meu aqui que aconteceu ontem comigo mas eu achei interessante no FOCO no grupo de (.....) com professores agente tava fazendo uma atividade lá eles estão trabalhando com experimento eles montam a atividade do kit experimental que é o Franklin que produz então eles tem que montar essas experiências ver como é que elas funcionam e propor como eles podem utilizar aquela experiência quais as adaptações seriam necessárias pra ele trabalhar na sala de aula dele na realidade dele que é pública e (.....) teve um experimento lá que é uma ligação de circuitos em série pra ver o brilho das lâmpadas e um aluno comentou/ um aluno que é muito bom de serviço que tem um conteúdo teórico muito bom ele comentou comigo assim é mais um dia eu fiz essa experiência de colocar várias lâmpadas iguais em série aí o aluno fez também no experimento dele as duas últimas não acenderam

□Professor: Em série

□Entrevistador: Em série as primeiras acenderam e as duas últimas não acenderam brilhavam pouco mas /as outras brilhavam mas as duas ultimas não ai ele pegou e tava falando assim então aquilo ali é porque embora a corrente seja a mesma tentando fazer a relação com a potencia de cada lâmpada embora a corrente seja a mesma é porque a diferença de potencial nas lâmpadas vai diminuindo a idéia (Professor: vai perdendo ) a tensão vai diminuindo ao longo do circuito mas a diferença de potencial é constante bom ai ele pegou e falou isso a ultima porque o  $i$  era o mesmo mas o  $v$  era menor então ela não acendeu por isso ai eu não não foi por isso se as lâmpadas de fato iguais a diferença de potencial tinha que ser igual e todas tinham que acender então não acendeu porque ela não eram iguais as lâmpadas não eram iguais de fato então quer dizer que você tem um teórico/ um mundo pratico né que é a realidade adjetiva o mundo real que agente fala mas você tem o mundo empírico e essa empiria quer dizer o trabalhar com esse real requer uma teoria quer dizer o que que seria a atitude ai troca a lâmpada de lugar inverte a fonte vê se as lâmpadas vão continuar sem ligar faz um teste pra ver se elas tem de fato uma resistência diferente quer dizer todas essa atitudes que você pode fazer é só porque você tem um modelo um mundo modelizado que você tem lá um idioma a potencia a idéia da variação da resistência com a temperatura são todos modelos e se você pra você explicar esse mundo real agente não da conta agente da conta de explicar o mundo modelizado então a teoria ela vem aqui então esse contato com o empírico eu acho que o aluno esta trabalhando muito essas habilidades exatamente de estar vendo olha o real ele é complexo demais então o que que eu faço eu trabalho alguns aspectos desse real e crio um modelo e conecto esses modelos de forma ter a melhor compreensão possível desse real

Professor: Vai atualizando o modelo né

□Entrevistador: Exato ate que eu chego /conecto esse modelo com outros modelos porque de repente lá um experimento de de pra ver a variação da tensão com a resistência mas eu tenho uma resistência que varia com a temperatura então eu já tenho que usa lá o modelo lá da termodinâmica então essa coisa vai complicando cada vez mais então essa coisa do empírico é muito /são esses processo que agente ta trabalhando no laboratório que esta ajudado um pouco agente você acha que tem essa coisa também no laboratório né porque se você ta achando um resultado que destoa do que você acha que deveria estar acontecendo como /qual a postura que você vai ter pra investigar essa coisa

□Professor: Ou o aluno já tem experiência ou ele tem um mínimo de perspicácia porque acontece isso em geral com os alunos mais fracos tem aquela mentalidade /aquela concepção do modelo na cabeça se não funciona o modelo não existe outra opção né então isso ai não acendeu ai sei lá troca os fio tudo troca a fonte não ta acendendo quer dizer tinha que acender o modelo é que tinha que acender existe /o tem a experiência que a lâmpada é outra ou então tem a perspicácia de será que podia pode ser que tem alguma coisa diferente ficava assim

□Entrevistador: Um mal contato no soquete /dá uma resistência maior no final então é muito esse aspecto que eu acho interessante que quando agente ta trabalhando com essa questão da manipulação do empírico do testável quer dizer eu to trabalhando essas habilidades de como fazer de fato o teste do real qual a postura investigativa que eu to tendo e o aluno ter esse essa base esse leque de opções só vou saber que eu posso trocar uma lâmpada de lugar se eu já fiz uma experiência com uma lâmpada um dia então tem essa contribuição que eu achei /isso é mais meu mesmo mas foi porque ontem que caiu a coisa porque eu trabalho muito com a questão os aspectos do conhecimento físico que eu acho /que foi uma suposição que eu fiz no trabalho da Andréia que aparece lá sobre o conhecimento químico mas que na verdade que é os aspectos que agente chama de fenomenológico que estao associados ao fenômeno mais ao que esta acontecendo ali o aspecto representacional que eu represento modelismo como é que eu faço essas diferentes formas de enxergar aquele fenômeno não é de qualquer jeito que eu vou ver e depois o aspecto teórico que a teoria ela é ótima porque ela conecta justamente aqueles modelos (.....)essa parte da passagem do fenômeno pra esse modelo ela requer uma manipulação empírica intensa né trabalho que às vezes algumas pessoas acham menor mas que é trabalho intenso

□Professor: Mas você falando isso acaba que (.....) isso é uma outra função que essa disciplina de introdução acaba cumprindo que acostuma com essa coisa de medida de por flutuação de por mudanças

que que foi o que que deu errado agente gosta muito de falar que não experimento que da errado não é errado /o errado é concepção do que era pra acontecer ali sua expectativa que não foi preenchida

Entrevistador: E como testar essas expectativas que às vezes agente ta buscando desse aluno /ai foi muito interessante quando esse aluno colocou essa questão pra mim (.....)não mas ela eram eu falei não não eram você fez o teste da resistência de cada uma

Professor: Mas essa idéia de ir perdendo diferença de potencial vai cansando lá no final

Entrevistador: No final ela já qual que é ta de dois pra um ai a diferença de potencial é só um não tem aquela e é interessante//que é um pouco daquilo da questão do modelo que agente usa muito a questão da analogia também então uma das coisa que é muito trabalhada que você empurra uma carga a carga empurra a outra que empurra que empurra a outra a outra na verdade não é carga que ta empurrando a outra você tem um campo elétrico que está no fio inteiro então não é uma que ta empurrando a outra

Professor: Aí simplifica e ajuda

Entrevistador: A analogia era importante pra você dar o passo mas depois você tem que entender que (....) ai você começa a conectar esses modelos essa teorias ai a teoria passa a ter um sentido e um (.....) muito maior deixa eu te agradecer de novo contei esse ultimo caso aqui mas esse é legal porque deixa eu desligar aqui só porque eu queria comentar aqui se você tiver um tempinho



# **Anexo 5**

## **Os Quadros de Narrativas das Ações**

## Os Quadros de Narrativas das Ações

Os Quadros de Narrativas das Ações foram desenvolvidos durante o mestrado (Villani, 2002) e aperfeiçoados ao longo dos últimos anos sendo amplamente testados e divulgados na forma de artigos em encontros e periódicos da área de Educação em ciências (Villani e Nascimento, 2003a, Villani e Nascimento, 2003b; Villani e Nascimento, 2003c; Nascimento e Villani, 2004). No processo de aperfeiçoamento dos mesmos identificamos a necessidade de ampliá-los para outras situações de laboratório bem como para outras situações de sala de aula. Nesse trabalho de tese, apresentamos a forma já adaptada e consolidada desse instrumento que amplia consideravelmente o seu alcance para a pesquisa na área de educação, em situações que envolvem transcrições de fitas de vídeo.

A principal função do Quadros de Narrativa das Ações é dividir uma fita de vídeo em partes menores adaptadas para posteriores trabalhos de pesquisa. A menor parte da fita de vídeo usada como unidade de trabalho, em consonância com o software que estamos utilizando para as análises, é denominada “Clip”. Além disso, esses quadros têm a função de organizar a estrutura de um banco de dados de pesquisa. Para isso, definimos como critério objetivo de identificação das unidades de transcrição os descritores da “Mise en Scène”. Esses descritores podem ser facilmente identificados, catalogados e adaptados para qualquer tipo de situação de sala de aula por outros pesquisadores. A figura 01 mostra o cabeçalho de um quadro de narrativa das ações.

Aula 01 - Experiência 1 - Princípio de Arquimedes: determinação da densidade de um líquido - 24/08/04									
N° Clip	Tempo (min:s)	Duração (min:s)	Mise en Scène				Narrativa das Ações dos Participantes	Temas / Objetivos das ações	Observações
			Organização do Espaço		Organização dos Sujeitos / Grupos Sociais				
			Sítio	Recursos Materiais	Pares de Interlocução	Arranjo			

**Figura 01 – Cabeçalho com as colunas dos quadros de narrativas das ações**

Nos quadros temos sete colunas principais: N° Clip, Tempo, Duração, Mise en Scène, Narrativa das Ações dos Participantes, Temas / Objetivos das ações e Observações. A quarta coluna “Mise en Scène” é dividida em outras duas colunas que caracterizam as “Formas de Organização do Espaço” do laboratório ou da sala de aula observada e as “Formas de Organização dos Sujeitos ou

Grupos Sociais” visualizados no plano principal na fita de vídeo. Finalmente, essas duas colunas também são subdivididas com o objetivo de descrever a situação específica na qual serão divididos os cliques. Assim, a coluna “Formas de Organização do Espaço” é dividida em outras duas colunas que representam seus descritores na situação discursiva gravada. Esses descritores são o “Sítio” onde ocorreram as interações e os “Recursos Materiais” presentes na situação investigada. Da mesma forma a segunda coluna “Formas de Organização dos Sujeitos / Grupos Sociais” é dividida em outras duas colunas que representam os descritores que corroboram o direito e o poder que cada sujeito (ou grupo) social possui de estar ao mesmo tempo na posição de receptor e de poder “tomar a palavra” em seu turno de fala. Esses descritores são os “Pares de Interlocução”, que determinam o papel social dos participantes do discurso e o “Arranjo” que representa a forma de ocupação do espaço gravada na fita. Todos os descritores são definidos em uma mesma unidade dialógica.

É importante destacar que para assistir a fita e preencher todas as colunas dos quadros de narrativas também é necessário utilizar um instrumento de transcrição e, sempre que possível, outras fontes que complementem ou enriqueçam as informações da fita. Nesta tese utilizamos o software “Transana” como instrumento de transcrição, e os registros escritos efetuados no caderno de campo e a própria apostila das atividades experimentais do laboratório como fontes auxiliares para preenchermos os quadros de narrativas.

A obtenção dos cliques deve ser realizada iniciando pela identificação simultânea dos quatro descritores que caracterizam uma mesma “Mise en Scène” em um determinado trecho da fita. Nesse caso, se observarmos os mesmos descritores das colunas “Espaço” e “Sujeitos / Grupos sociais” por um tempo superior a 20 segundos poderemos identificar esse trecho da fita como um clique. Uma mudança em um ou mais descritores que forme uma nova “Mise en Scène”, estável por mais de 20 segundos, corresponderá a um outro clip distinto do anterior.

O preenchimento das colunas dos quadros de narrativa das ações se inicia pela identificação dos os quatro descritores da quarta coluna “Mise en Scène” do quadro. Desta forma começamos a assistir ao a fita na janela “Vídeo” no software Transana visando identificar os respectivos descritores do clip. Cada descritor identificado deve ser catalogado e numerado a medida em que surgem no processo de construção os Quadros de Narrativas.

Posteriormente a identificação desses quatro descritores e, verificado se estes se mativeram por um tempo superior aos 20 segundos estabelecidos, assistimos ao vídeo aguardando o instante no qual ocorre uma mudança em um ou mais desses descritores. Em seguida, após previamente identificarmos esse trecho da fita, destacamos, da janela “Sound” do software transana, o tempo (minutos e segundos) no qual o clip se iniciou e anotamos esse valor na segunda coluna dos Quadros de Narrativa das Ações. Verificamos o instante final do clip ao detectarmos a mudança de um ou mais de um dos quatro descritores que compõem a “Mise em Scène” e, nesse momento, determinamos sua duração anotando esse valor na terceira coluna dos Quadros de Narrativas das Ações. Reservamos sempre um espaço de 01 (um) segundo entre o instante final de um clip e o instante inicial do clip posterior.

Após sua identificação, os clips são numerados na primeira coluna do quadro de acordo com a ordem cronológica na qual surgem na fita. Assim, depois de isolado a partir dos marcadores do software, passamos a assistir o trecho destacado da fita buscando registrar no campo de edição do software a narrativa das “ações” observadas. Posteriormente, essas narrativas são transpostas para a coluna “Narrativa das Ações” do Quadro. As ações narradas nessa coluna constituem a “matéria prima” com a qual procederemos a análise dos “temas” e/ou “objetivos” das ações dos participantes.

Dessa forma, partindo do registro escrito das narrativas das ações, procedemos a formação de uma frase indicando o tema e/ou o objetivo da ação observada. Essa frase deve iniciar com um substantivo formado a partir da aglutinação de um radical (no caso o verbo que caracteriza a ação) com um sufixo indicador de ação, estado ou qualidade (normalmente o sufixo “ção”), e terminar com a indicação precisa do tema ou do objetivo da ação observada. Deve-se evitar a formação de uma oração, ou seja, de uma frase formada de sujeito, verbo e predicado. Cada uma das frases formadas é numerada e anotada na coluna “Tema/Objetivos das Ações”.

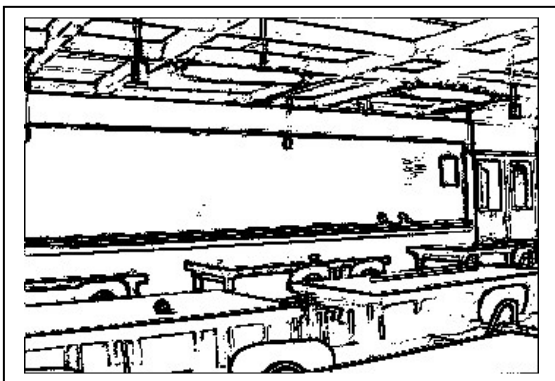
As frases destacadas são transpostas para a janela “Data” do software Transana como “coleções” de temas ou objetivos das ações. Nessas coleções indexamos os clips destacados que passam a constituir o banco de dados para análises posteriores.

Finalmente, reservamos a última coluna do quadro de narrativas para fazer anotações sobre outros aspectos interessantes observados no clip mas não contemplados nas colunas anteriores e,

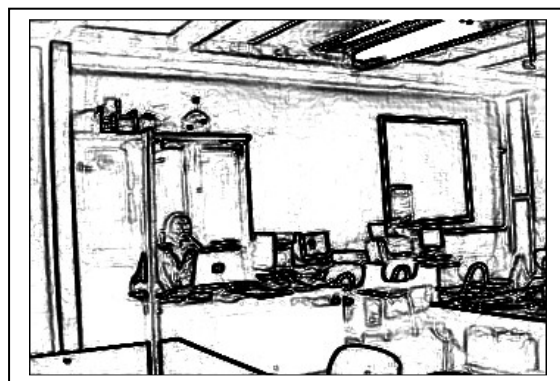
utilizamos os quatro descritores que caracterizam as diferentes “Mise em Scène” identificadas nos episódios como palavras chave na base de dados do software para indexar as coleções. Os clips identificados nos quadros de narrativas nos permitem proceder o registro sistemático das “ações” desenvolvidas na medida em que o procedimento descrito acima é repetido até completar a fita.

## Os Descritores do Espaço da “Mise em Scène”

1 – Sítio ( $S_x$ ): Esse descritor visa assinalar o espaço delimitado onde ocorrem os acontecimentos discursivos. A partir de nossas observações e das nossas anotações feitas no caderno de campo, identificamos os seguintes sítios na situação de laboratório investigada:



$S_1$  - Área ampla do laboratório



$S_2$  - Mesa do Professor

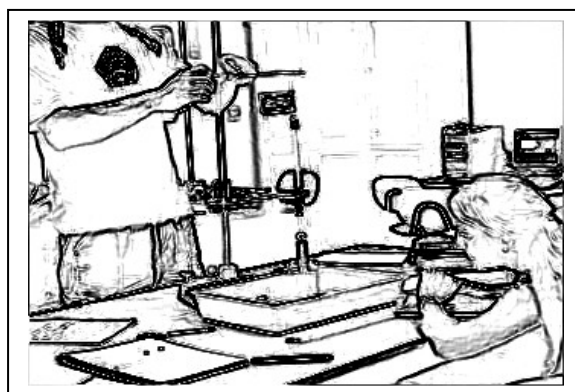
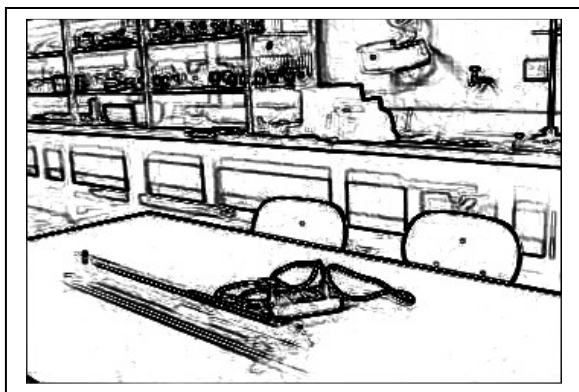


$S_3$  - Área das Bancadas de Trabalho

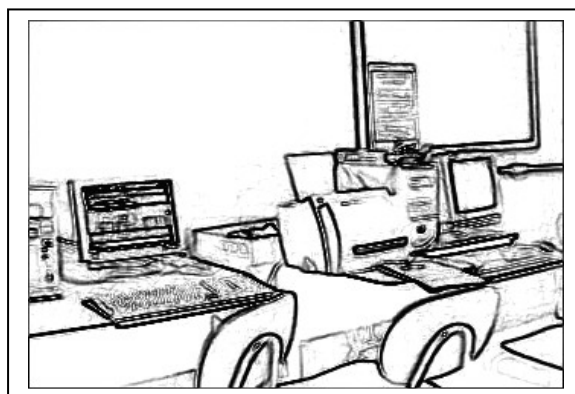


$S_4$  - Área dos computadores

2 – Recursos Materiais (RM<sub>x</sub>): Esse descritor visa assinalar os diferentes tipos de objetos utilizados como meio para realizar uma tarefa ou para resolver um determinado problema. A partir de nossas observações e das anotações feitas no caderno de campo, agrupamos os diferentes tipos de objetos nas seguintes categorias de recursos:



RM<sub>1</sub> – Instrumentos de Medida e Aparato Experimental.

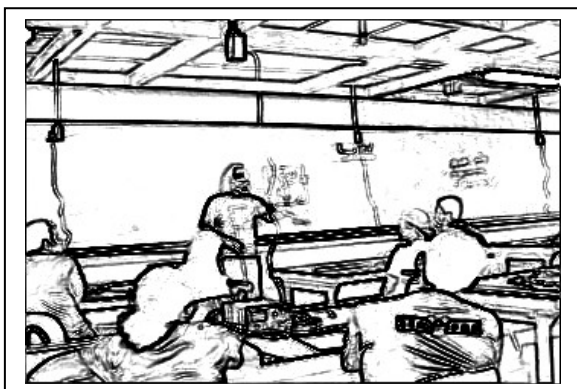


RM<sub>2</sub> – Material de apoio para a preparação da atividade e análise dos resultados.

RM<sub>3</sub> – Máquinas usadas para alterar o estado físico (ou as propriedades) dos materiais. (Não registramos em vídeo uma montagem que evidenciasse esse tipo de aparelho, entretanto na literatura sobre laboratórios podemos identificar facilmente esses tipos de recursos).

## Os Descritores das formas de organização dos Sujeitos / Grupos Sociais da “Mise en scène”

1 – Pares de Interlocução ( $PI_x$ ): Esse descritor visa assinalar os papéis sociais dos sujeitos, enquanto indivíduos ou membros da turma observada, que dão legitimidade aos seus respectivos discursos. A partir de nossas observações e das nossas anotações feitas no caderno de campo, identificamos os seguintes pares de interlocução nas situações investigadas:



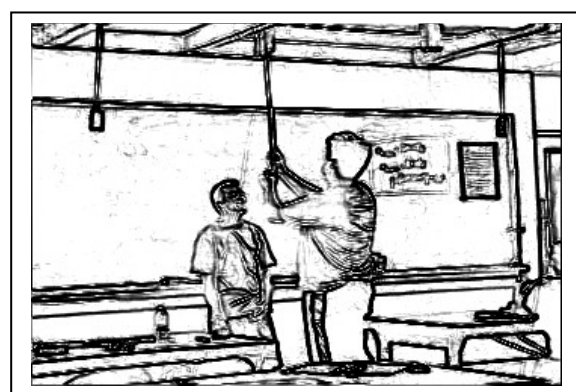
$PI_1$  – Professor / Turma



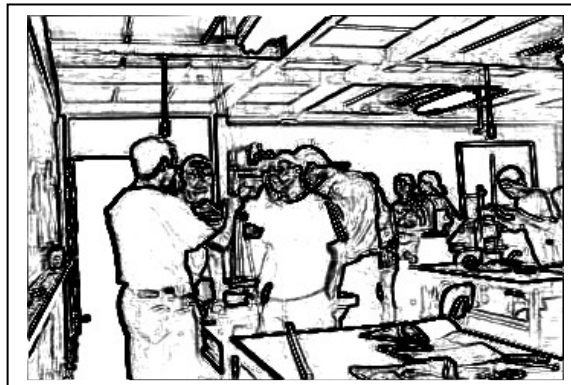
$PI_2$  – Professor / Grupo de alunos que realizam uma mesma atividade experimental



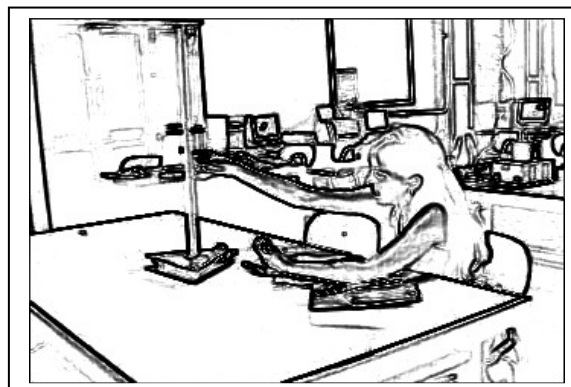
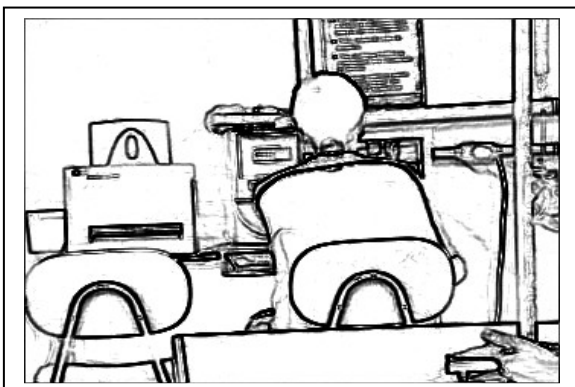
$PI_3$  – Professor / Díade observada



$PI_4$  - Aluno da díade observada / Aluno da díade observada ( $A_{X1}/A_{X2}$ )

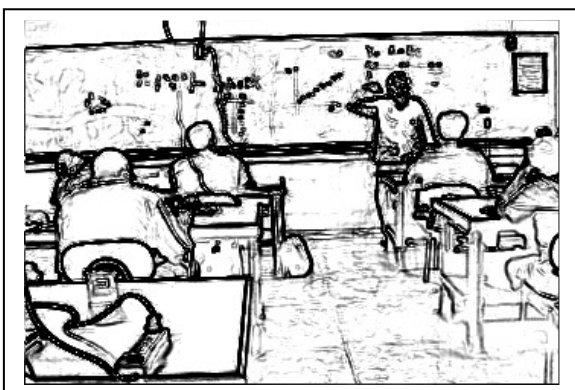
PI<sub>5</sub> - Aluno(s) de outra díade / Díade observadaPI<sub>6</sub> – Pesquisador / Díade Observada

Existe também uma situação singular de avaliação na qual os alunos trabalham individualmente nas bancadas de trabalho e na área dos computadores. Nessa situação não registramos interações verbais uma vez que os alunos trabalham em silêncio podendo eventualmente se referir ao professor para esclarecer uma dúvida. Nessa situação registramos a ausência do “Par de interlocução” pela sigla API.

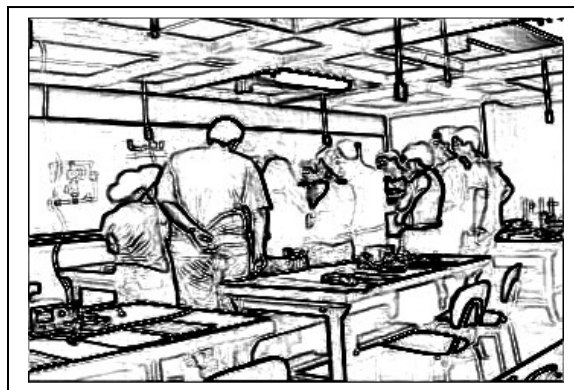




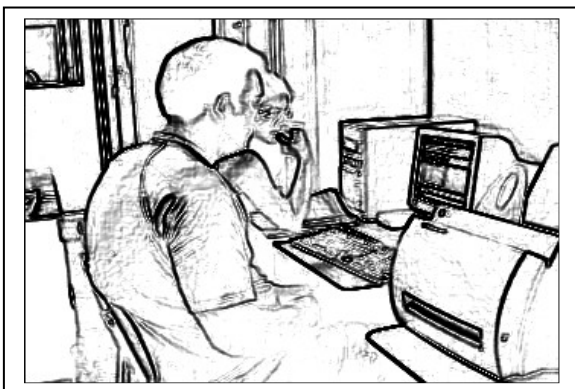
2 – Arranjo (A) Esse descritor evidencia as formas de organização e distribuição dos sujeitos investigados no espaço de interações discursivas. Identificamos em nossas fitas as seguintes disposições dos sujeitos.



A<sub>1</sub> – Sala de aula tradicional



A<sub>2</sub> – Organização em círculo



A<sub>3</sub> – Organização em Díades

# Anexo 6

**Transcrição fina da aula 2  
“Princípio de Arquimedes:  
determinação da  
densidade de um líquido”**

## Fita 1 aula 2

### INÍCIO DA FITA - Lado A

1 - Professor: ....na verdade eu vou repetir / muitas das coisas que já falei / vou falar...uma ou outra.../ de um jeito um pouco diferente aí / pra ver se a gente converte logo para ter qualidade mínima de relatório pra gente poder aproveitar/

2 - Aluno X: nada não tem problema não//

3 - Professor: como é que é//

4-Aluno X: nós tamo falando com ele aqui que se ele quiser filmar nosso trabalho porque ele pegou a gente fazendo densidade se ele quiser fazer esse depois aquele tudo bem// desculpa professor//

5 - Professor: bom / então a primeira coisa gente / vamos nos habituar a consultar a apostila né / sempre que tiver dúvida com relação a qualquer coisa / então / a confecção do relatório / tem uma estrutura proposta aí que não tem jeito de sair muito fora / fora dela não / tá / e tem que o que tá dito aí / tem que ter / então / essa estrutura é boa tá / é conveniente usem essa estrutura aí / tá no início da apostila / ou seja / a gente vai ter que ter um título né / abre aí a página três aí oh / vê o quê que tá escrito lá / se tem alguma coisa diferente do quê que eu vou falar pro cês que eu falei outro dia e espero não ter que ficar falando muito mais / uma / uma // é o título da apostila / os autores / quem que são os autores né / os dois colegas que estão trabalhando né / é legal sublinhar ou por asterisco ou indicar quem que é o autor que tá / redigindo aquele texto né / aquele relatório né / é a turma né / identificar a turma / fazer uma introdução / introdução é a introdução que tá / no roteiro né / que vocês vão dar uma lida naquela introdução / vocês vão escrever com palavras de vocês / aí né / dá uma lida fecha o texto da apostila / tentem escrever / não vão copiar tá / não tem sentido copiar / tá certo / é... depois vem a parte experimental / onde a gente vai por o material que está usando / o procedimento que vocês tão fazendo para atingir os resultados / e os objetivos que vocês tão querendo tá / bom nessa parte experimental tem as medidas // então as medidas o quê que é / nós vamos apresentar / os resultados das medidas numa tabela / como é que faz a tabela / tá descrito aí também na apostila / como é que representa uma tabela / tem que ter uma legenda / tem que identificar as grandezas / tem que identificar as unidades das grandezas / os erros que a gente comete / que foram cometidos na leitura de cada valor da grandeza / certo / então vem a tabela / a partir dessa tabela a gente vai construir gráfico né / aí nós vamos no computador / o computador faz o gráfico pra nós né / então feito o gráfico.... é... / teve aquele processo né / nós vamos fazer uma análise da curva / nesse primeiro momento nosso aí / essas quatro primeiras semanas a curva é uma reta / nós vamos fazer regressão linear / tirar aqueles resultados né / e apresentar o tratamento foi feito no computador / nós desenhamos o gráfico / o computador fez pra nós a regressão linear nós copiamos lá / A é igual a tanto B é igual a tanto né / agora a gente tem que transcrever isso no relatório / tá bom fiz o tratamento com os dados dessa tabela / fiz um gráfico de tratamento e encontrei tais resultados / então eu escrevo /A que eu achei / como que eu escrevo / eu vou escrever tem o valor / tem o desvio / e tem a unidade / toda grandeza tem que escrever desse jeito / tá certo / tem que ter a unidade da grandeza / tem que por a precisão que eu tenho da determinação daquela grandeza / tá certo / bom isso aqui a gente escreve com um algarismo significativo / então a primeira coisa que eu faço / na hora que eu fiz a conta e achei números / a

primeira coisa eu vou ver / é o erro que eu tô usando / que eu encontrei / eu tenho que escrever com um algarismo significativo / então eu vejo até onde eu vou usar / qual casa nessa unidade que tô usando que vai estar atuando o meu erro / aí a partir daí então eu vejo qual que é / com quantos algarismos significativos que eu posso escrever esse valor / tá bom / bom //o.../ é interessante né / tanto na introdução às vezes no procedimento lá quando ocês tiverem lá registrando fazendo referência a uma equação ou alguma relação importante / é interessante que a gente ressalte o quê que é mais relevante no / no / durante todo o relatório / então por exemplo na introdução eu vou falar nós vamos analisar um fenômeno baseado em tal equação / saliente essa equação / é muito comum de estar escrito lá assim a então..... parará / parará a / equação aqui no meio aí continua um monte de texto / quer dizer perde a relevância / fica misturado no.. / no que ocês tão relatando / tem coisa que é interessante a gente ressaltar / assim como os resultados se eu tô querendo lá / fiz um experimento para achar o valor da aceleração da gravidade / então meu resultado final tem que ser / ressaltado / achei G igual ao valor / mais ou menos o desvio aqui no G / e unidades / tá certo

6 - Aluno X: ....r.s.s.r.s./

7 - Professor: o quê que tá pegando aí heim//

8 - Aluno X: eu tô falando pra ele que ele tem que colocar a.... / ressaltar a equação que ocê falou aí//

9 Aluno Y: no caso essa equação deveria ser aonde//

10 -Professor: o quê ?//

11 -Aluno Y: no caso essas equações ressaltadas deveria ser aonde / porque a introdução do procedimento que a apostila trás / trás uma introdução / e no caso / nas práticas anteriores que eu fiz em química experimental falou que a introdução é um texto / e a gente deveria por números e fórmulas na parte da discussão do experimento//

12 - Professor: uai depende se você vai falar de resultado só tem sentido discutir resultado depois que você obteve os resultados uai / se você vai falar do fenômeno que vai envolver algumas equações / você vai falar isso antes de analisar o fenômeno / não tem regra onde que eu vou por o resultado / ou né / depende da situação que ocê tá / se na introdução ocê tem que fazer referência... / a um formalismo né lá que é conveniente ocê / chamar a atenção // né // bom ainda com relação a resultados / não tem sentido não tem utilidade / e é muito / é.. é... /é fora de estética / a gente ficar colocando contas / eu pego aqueles números lá e tem que fazer conta pra achar alguma coisa / aí fica lá escrevendo nove vírgula quatorze dezessete dividido por três vírgula vinte e cinco milhões / isso aqui é igual a bá bá bá / aí eu vou transformar a unidade aqui / fica escrevendo enchendo meu relatório dessas coisas / não tem o menor sentido / ninguém quer saber se você sabe fazer conta ou não / em princípio você tem que saber fazer conta / nesse estágio da vida aí tem que saber fazer conta ué / tá / ninguém vai querer conferir as suas contas não / então ocê indica as contas / que ocês tão fazendo / e põe os resultados né / o relatório tem que ser uma coisa objetiva enxuta e completa/ né / bom é// discussão né / se na hora de fazer / conseguiu alguns resultados / apresentou de uma maneira correta lá / apresentou as unidades / é interessante ocê discutir / tendo atenção gente pra não ter resultado absurdo / alguns relatórios / não foi um não / alguns relatórios que eu ví aí / é.... teve gente que achou densidade como sendo alguma coisa / vezes dez a seis / gramas por centímetro cúbico // conseguem perceber o quê que é isso / pega um centímetro cúbico e vai ter dez a seis gramas / quer dizer mil toneladas num centímetro cúbico / tem sentido? / que grandeza é essa? / a gente tem que ter noção né / na hora que eu vou divulgar um resultado /um número desse tamanho / eu escrevo e saio assoANando / uai pera aí.... / a hora que

eu vejo um débito lá na minha conta bancária de dez a seis / eu não vou lá no gerente pedir.../ dar uma bronca / então pô / tem que prestar atenção / não é só pegar resultado e escrever copiar e tá bom / tem... / eu tenho que dar uma analisada / assim né / eu sou um ser pensante / o computador me deu uns números aí / agora eu vou aceitar do jeito que está lá / ah.../ então isso aqui quase sempre é o quê? / transformou unidade errada / ou nem percebeu que tinha mistura de unidades / o que é mais grave / né / bom terminado tudo isso / apresentado tudo desse jeitinho que a gente tá falando aí / né /respeitando essas regras e essas / é... / essas necessidades que tem que ter / aí / bom já achei o resultado já apresentei já peguei os valores que tavam no gráfico / eu vou encerrar meu relatório fazendo uma conclusão / quê que a gente informa numa conclusão / essencialmente a conclusão é o seguinte / olha eu vou falar / eu tinha tal objetivo / fiz tais coisas para atingir esse objetivo / e consegui tais resultados / isso é conclusão / tá posso falar aí se eu não fiz uma discussão durante lá se o meu resultado tá bom ou tá ruim posso fechar a discussão com isso mas / essencialmente eu tenho que fazer um resumo do que foi feito né / o quê que eu queria o quê que eu fiz e o quê que eu consegui / isso é conclusão tá e essas coisas têm que ser apresentadas em sessões né / também não foi raro vários relatórios que não tem eu não sei onde começa a introdução onde termina o procedimento onde que é resultado onde que é discussão tá / tá tudo misturado / não é não é correto / não é.../ esteticamente.../ é esquisito quem vai ler cê não sabe onde está as coisas né / bom / e a última coisa que eu tenho que falar com cês é que / um relatório gente / a gente escrever um relatório significa relatar / eu tenho que relatar as coisas que aconteceram / então ...lá.... item três densidade igual a dezenove vírgula três / é ...sei lá / é... a tabela / a tabela e do lado eu vou lá A é igual a Y mais B X e pego esse resultado do computador e escrevo lá / tem que relatar o que foi feito uai / peguei essa tabela / construí um gráfico no computador / pedi ele pra fazer uma regressão linear / aí vieram tais resultados / esses resultados estão escritos aqui embaixo tem haver com as grandezas do meu problema tal e tal relatando num processo / assim pô a gente né / hoje alguém me perguntou na outra aula aí / ah eu uso que tempo de verbo que eu uso / pode usar a primeira pessoa do singular / a primeira do plural a terceira né / foi feito tal montagem ou eu fiz tal tal montagem ou fizemos tal montagem ocês tão relatando os acontecimentos / então tem essa estrutura de colocar um relato né // bom então em cima disso disso que eu comentei aí né das coisas transcritas tudo que eu tô falando aqui está escrito aqui não tem novidade nenhuma né / eu tô repetindo o que eu falei a semana passada / é... eu corriji fui rigoroso num certo nível mas não demais / e alguma coisa que ocês tão fazendo errado / é.../ eu vou ficar mais rigoroso / porque tem um momento que essas coisas tem que parar de acontecer / tá / então eu tô avaliando em dez / e... aquele processo no final que a soma de todos os relatórios vai valer quarenta né então no relatório tá lá né indicado basicamente essas coisas que eu falei vai estar indicado o quê que foi que eu achei que tá bom não tá / o exercício que ocês me entregaram semana passada eu andei indicando as coisas também que estavam erradas tá / mas niguém perdeu ponto por causa disso não / o relatório sim / nos exercícios a idéia não era cobrar de vocês fazerem coisa certa / é uma idéia de mostrar pro cês onde estão as coisas o quê que é que precisa aprender / então quem entregou completo errado ou certo ganhou o total de pontos teve gente um ou outro que não entregou completo tá / então daqui a pouco eu entrego os relatórios e.../ ocês abtuem-se a ler a correção / procês aos poucos irem entendendo / então vamos começar a formar o conjunto de grupos aí// nossa aula é quinze pras quatro//aquí dá uma chegadinha ocês//é ocês

- conhecem esse experimento/é esse experimento aqui hoje nós vamos fazer com roteiro detalhado porém parecido com aquele nós vamos usar esse material //
- 13 - Pesquisador: pois é... na verdade o pior de tudo é que devia mesmo né (risos) / na verdade ia contribuir bastante /eu vou deixar o gravador aqui / e vou tentar monitorar o tempo / mas se terminar a fita / vocês me dão um sinal e podem me chamar.
- 14 - ALAN: Aqui oitenta [o aluno mede a altura do cilindro de metal com o paquímetro e mostra o resultado para ANA]/ virgula quanto? / virgula zero zero ou virgula zero? / faz o que?
- 15 - ANA: põe virgula zero...
- 16 - ALAN: tem que por o erro / oitenta virgula zero / mais ou menos... / tipo.../ zero / zero virgula um ?/ milímetros [ANA acena positivamente com a cabeça] // e o diâmetro dele... [o aluno começa a medir o diâmetro do cilindro de metal com o paquímetro] // dezenove / dezenove milímetros // dezenove milímetros virgula zero né?
- 17 - ANA: é... mais ou menos um também /
- 18 - ALAN: e aqui.../ como que... / como que? / agente divide isso aqui agora? / o erro também ?/ prá achar o raio ?/
- 19 - ANA: ....(inaudível)
- 20 - ALAN: vamos então achar o volume pelo diâmetro né?
- 21 - ANA: acha a área dele e multiplica pela altura.
- 22 - ALAN: então a área / "pi R dois" / então a área também pode ser "pi D dois sobre quatro" // correto? //.
- 23 - ANA: o volume ...é igual...(inaudível - a aluna fala muito baixo)
- 24 - ALAN: vamos ver / achar / a área vai ser igual pi D dois sobre quatro / três vírgula quatorze..../
- 25 - ANA: uai divide por 2
- 26 - ALAN: oi? / então ...divide por / 4 uai /.que aqui / aqui o diâmetro.uai. [a aluna acompanha seu parceiro que fez as contas e acena com a cabeça concordando com os resultados e as operações realizadas]
- 27 - ANA: anham
- 28 - ALAN: e agora? / a gente eleva tudo aqui? / é?
- 29 - ANA: eleva só o diâmetro
- 30 - ALAN: e o zero virgula zero um? / e o zero virgula um ? será que não? (o aluno se refere ao erro da medida do diâmetro).
- 31 - ANA: ah deixa isso aí como zero um / deixa aí como zero um...
- 32 - ALAN: a gente faz depois agente pergunta para ele né? (o aluno está se referindo ao professor que está atendendo outros alunos no momento)/ três ponto quatorze quinze vezes / dezenove ao quadrado / vezes três ponto quatorze quinze dividido por quatro
- 33 - ANA: ah..nossa senhora...a gente vai ....(a aluna fala muito baixo)
- 34 - ALAN: é uai duzentos e oitenta e três / cinqüenta e dois milímetros quadrados // e o erro? / pode ser então cinqüenta e dois ... (inaudível).pode / ser que se agente for também é....elevar o erro..../ o erro pode / o erro pode que aí o erro vai dar zero virgula zero um
- 35 - ANA: é....
- 36 - ALAN: olha aí para você ver / faz aí então
- 37 - ANA: vão colocar dois e oitenta e três vírgula cinco com um erro de 0 vírgula um mesmo / que eu acho mais garantido / um erro mais abrangente.
- 38 - ALAN: aqui dezenove dividido por dois é o raio / ao quadrado vezes três ponto quatorze quinze / aí.. / é isso mesmo // mas aqui / agente tem que ver se quando agente eleva tudo / se o erro / se a gente não eleva ele também / aqui não fala não? / na apostila? Não fala não?
- 39 - ANA: não
- 40 - ALAN: fala multiplicações né / fala.../ eu tinha isso ....(os alunos começam a ler a apostila) // aqui ó desvio relativo.../ aqui ó / aqui fala ó / nesse exemplo aqui que tem cinco T dois /

- 41 - ANA: é melhor a gente colocar em centímetro quadrado né não?  
42 - ALAN: tanto faz  
43 - ANA: é que em centímetro quadrado a gente já vai ter a densidade dele / em centímetro cúbico / agente vai ter a densidade dele em centímetro cúbico...  
44 - ALAN: pode ser então uai  
45 - ANA: aí vai facilitar pra gente na hora de fazer o gráfico se não agente vai ter que ficar mudando... a unidade né  
46 - ALAN: hum hum é pode ser.../ vamo só ler aqui como é que faz com esse erro aqui// num fala / num fala nada aqui// num fala não/  
47 - ANA: ahh então....(inaudível)  
48 - ALAN: deixar com zero virgula um mesmo? / transformar então antes aqui? / ou você quer....(inaudível)  
49 - ANA: transformar antes  
50 - ALAN: transformar antes é melhor mesmo // é... oitenta / quanto que deu? / oitenta? /  
51- ANA: deu oito centímetros  
52 - ALAN: vamos por oito virgula zero então  
53 - ANA: é oito virgula zero  
54 - ALAN: é oito virgula zero mais ou menos ...// só que aí vai ser muito heim?  
55 - ANA: é vai ser muito  
56 - ALAN: cai para sete ponto nove / tem que por oitenta virgula zero zero  
57 - ANA: pior que agente não tem certeza /né ?/ a não agente tem sim só que...  
58 - ALAN: mais é...  
59 - Aluno X: o erro seus aí tá dando zero zero cinco ou zero cinco?  
60 - ALAN zero zero  
61 - ANA: zero zero cinco  
62 - Aluno X: zero zero cinco né / é zero ponto zero cinco?  
63 - ALAN: é zero cinco / é // centímetros? / e o raio então / o diâmetro então vai dar um virgula nove... / um virgula noventa né?  
64 - ANA: acho que é né / nesse diâmetro que é zero virgula zero cinco /  
65 - ALAN: esse...esse erro tanto faz né que é pequeno demais / um virgula / um virgula nove então que dá né? / dezenove / um virgula nove/ vão por noventa? /  
66 - ANA: noventa..é  
67 - ALAN: mais ou menos zero cinco também ? zero vírgula zero cinco // pi D dois sobre quatro // três ponto quatorze /vezes um ponto noventa mais ou menos zero virgula zero cinco...(os alunos fazem contas e falam muito baixo)  
68 - Professor: faz o favor / chega aqui [o professor faz um sinal e reúne os alunos que estão realizando a atividade experimental 1 na bancada da díade observada] // a aula da gente é quinze pras quatro heim//  
69 - Aluna Z: você me desculpa professor  
70 - Aluno Y: professor é que agente também tava .....[um aluno que realiza outra atividade procurou o professor nesse instante mas ele se concentra em explicar a especificidade da atividade experimental 1 para os alunos reunidos na bancada central (bancada da díade observada)]  
71 - Professor: tudo bem depois agente conversa  
72 - Aluno Y: ok  
73 - Professor: olha aqui / é... / o cuidado que vocês tem que ter aí é o seguinte ó / alguns eu não sei falar qual que é ou quais que são / pode acontecer de eles sem força nenhuma / ele não tá marcando zero / tá / então ele tá / tá tá descalibrado vamos dizer / então presta atenção nisso aí quando vocês forem fazer a leitura / tá bom / esse instrumento aqui oh / talvez nem todos conheçam / é uma régua tá [o aparelho ao qual o professor

se refere é um paquímetro mas ele será usado como uma régua nessa atividade experimental] / ele tem uma precisão / bem maior do que essas régua que a gente usa / tá certo / nós vamos aprender a usar / esse aparelho com a precisão que ele tem / mas mais pra frente / tá / hoje vocês usem como se ele fosse uma régua mesmo / ele tá fechadinho aqui / o zero tá no zero / se eu quiser medir aqui eu leio lá quanto que o zero tá indicando / eu faço a precisão como se fosse uma régua milimetrada / tá bom / vai ter uma próxima semana aí que nós vamos usar ele para medir com a precisão que ele permite / vai ser uma situação que agente precisa dessa precisão / hoje a gente não precisa / tá bom / então essencialmente é isso / leiam com atenção isso aqui ó / tá / para a hora que vocês terminarem isso aqui ficar em cima do béquer para não ficar pingando aqui//

74 - ALUNOS: hum hum

75 - Professor: então mãos a obra [os alunos começam a retornar para suas bancadas e ALAN chama o professor para esclarecer uma dúvida]

76 - ALAN: professor / eu tô com uma dúvida aqui que / que quando a gente eleva / o erro aqui / tudo aqui / agente eleva / eleva também / esse / esse erro / ou não? //

77-professor: elevar ao quadrado você quer dizer /

ALAN e ANA: isso isso

Professor: elevar ao quadro / elevar ao quadrado o quê que é/ o que que é R ao quadrado? /

78 - ALAN: ahh é R vezer R

79 - Professor: é R vezer R / então o que que agente faz com o erro quando agente multiplica coisas?

80 - ALAN: ahh num sei...

81 - ANA: a gente procurou na apostila mas agente não conseguiu achar...

82 - Professor: ué mas aqueles processos de achar o erro pelo máximo e mínimo pelo limite vocês sabem não sabem?

83 - ALAN: é sabemos...

84 - Professor: então / se vocês sabem os limites do R então vocês sabem quais são os limites do R ao quadrado uai / mesma coisa.../ tá?//

85 - ALAN: adiantou nada.../ por causa que / agente aqui não vai calcular R não uai / né não? [nesse momento o professor anuncia que vai começar a realizar uma chamada e coletar as informações sobre quais alunos que estão realizando cada um dos tipos de atividades experimentais dispostas nas bancadas do laboratório. Enquanto isso os alunos da diade observada continuam discutindo a atividade] //

86 - ANA: oi?

87 - ALAN: é que a gente não vai não vai calcular D não / nós vamos é medir ele aqui ué/

88 - ANA: é o raio agente vai medir / mas é porque agente vai elevar ao quadrado

89 - ALAN: é então / e aí o erro / o erro agente faz / faz o que então com ele

90 - ANA: o erro agente vai dividir por dois não vai / vai estar aí um virgula nove / esse um virgula nove divide ele

91 - ALAN: que um virgula nove? / como assim?

92 - ANA: esse aqui /

93 - ALAN: ann / esse é o erro

94 - ANA: não / esse aqui não vai ser o raio?

95 - ALAN: mas agente não precisa dele não / precisa do raio não

96 - ANA: não vamos fazer o raio / aí vai dar / um ponto nove dividido por dois / aí o máximo que ele pode chegar é de um até... arredondar pra um que zero virgula zero cinco arredonda para cima / então o erro vai ser de um para nove o erro vai ser de zero virgula nove / ou então ....

97 - ALAN: que não precisa não uai de achar o raio não uai//



- 98 - ANA: então vai ficar...(os alunos falam muito baixo pois o professor continua fazendo chamada oral para registro da presença e controle dos experimentos realizados pelos alunos)
- 99 - ALAN: só que o nosso / o nosso erro o desvio aqui é zero vírgula zero cinco / mas se agente dobrar essa medida o erro / o erro então também dobra também dobra
- 100 - ANA: não
- 101 - ALAN: que eles estão juntos olha aqui
- 102 - ANA: de zero oitenta e um a um //
- 103 - ALAN: que zero oitenta e um que é esse?
- 104 - ANA: zero nove ao quadrado.. [ALAN acompanha ANA em seus cálculos]
- 105 - ANA: então de zero oitenta e um para dois // dá zero dezenove // dá zero dois
- 106 - ALAN: eu acho que tem que falar assim óhhh / zero ponto noventa menos zero vírgula zero cinco / isso aqui dividido por dois / vai dar isso aqui ohh / o raio / agora um ponto nove mais zero virgula zero cinco / dividido por dois/ deu isso aqui / zero virgula nove sete cinco
- 107 - ANA: agora eleva os dois ao quadrado
- 108 - ALAN: não
- 109 - ANA: aí vê o quadrado deles / eu acho que assim o erro vai ser isso aqui ao quadrado também (os alunos falam simultaneamente - inaudível-)
- 110 - ALAN: eu também / eu também acho que vai
- 111 - ANA: pelas minhas contas deve ser isso ao quadrado / deu zero dois que é ....
- 112 - ALAN: mas olha aqui o raio então / aí o raio vai ser isso aqui / mais zero ponto nove mais / nove....dividido por dois / nosso raio então.../ o raio médio então dá zero virgula noventa e cinco / e agora / o erro // o erro vai ser....// mas não vai adiantar nada / (ANA sobrepõe a fala de ALAN que volta a repetir a última frase) / mas não vai adiantar nada / nós vamos achar aqui / nós vamos dispor zero virgula zero três / mas temos que elevar também...
- 113 - ANA: não mas põe o erro do ....ao quadrado ....(inaudível)
- 114 - ALAN: tá bom três ponto quatorze vezes um ponto nove ao quadrado vezes três ponto quatorze... / dois... / dois vírgula oitenta e três mais ou menos zero vírgula zero cinco / centímetros / quadrados / obtivemos a área / volume vai ser igual / a H S / ... zero vírgula [o aluno faz as contas na calculadora] / dois ponto oitenta e três / vezes... / oito / vinte e dois ponto /
- 115 - ANA: esse é o volume já?
- 116 - ALAN: é vinte dois ponto sessenta e quatro / ... ponto sessenta e quatro mais ou menos / vamos por zero ponto zero cinco / vezes zero vírgula zero cinco / é?
- 117 - ANA: vinte e cinco dá vezes zero vinte e cinco que dá zero ponto zero três / zero vírgula três
- 118 - ALAN: não / vai dar / então zero vírgula zero zero três
- 119 - ANA: não dá zero vírgula vinte e cinco / a é...
- 120 - ALAN: então deu zero vírgula zero zero vinte e cinco /
- 121 - ANA: nossa... vai dar um negócio muito pequeno // põe zero vírgula zero cinco
- 122 - ALAN: Eu acho que quando faz assim multiplica também os erros / não?
- 123 - ANA: mas se for multiplicar os erros vai ficar muito pequeno esse erro / num é verdade...
- 124 - ALAN: será?
- 125 - ANA: eu acho que não é verdade não
- 126 - ALAN: então é mais ou menos zero cinco / então mas olha aqui / pensa aqui / para você ver / que eu tenho um erro de zero cinco aqui /
- 127 - ANA: hanhan

- 128 - ALAN: e num erro de zero cinco aqui  
 129 - ANA: pois é  
 130 - ALAN: tem que / multiplicar mesmo uai  
 131 - ANA: mas o zero cinco / zero cinco / vê... / o erro diminuiu ao invés de aumentar...  
 132 - ALAN: é  
 133 - ANA: ou seja / multiplicou o trem que tá errado / e ainda vai diminuir o erro?  
 134 - ALAN: Vamos por zero cinco mesmo né? / zero vírgula zero cinco?  
 135 - ANA: centímetros cúbicos / agora determinar o peso... [a aluna lê o procedimento no roteiro]  
 136 - ALAN: agora o peso  
 137 - ANA: aqui dá zero vírgula sessenta e seis mesmo?  
 138 - ALAN: a gente tinha que ter feito ele...

**FIM DA FITA 1 - Lado A**

**INÍCIO DA FITA 1 - Lado B**

- 1 - ALAN: e agora? / plotar lá? // não tem que achar essa densidade não?  
 2 - ANA: tem mas é / oh // pela equação presta atenção / pela equação a gente vai jogar o peso aparente vai achar um A esse A vai ser o peso / menos / é... isso aqui... é o é... //  
 3 - ALAN: oh o G não muda também  
 4 - ANA: pois é o G não muda  
 5 - ALAN: ham...  
 6 - ANA: o volume é que a gente tá mudando / então isso aqui é uma densidade e essa densidade é uma constante / então essa constante a gente vai achar / que é o B / então isso aqui é o A isso aqui é o B isso aqui é Y e isso aqui é X / entendeu?  
 7 - ALAN: hanham  
 8 - ANA: então isso aqui que tinha achado no B a gente divide pela gravidade e acha a densidade /  
 9 - ALAN: entendi // aqui pera aí que eu não... (inaudível)... muito pouca coisa... será que pode já  
 10 - ANA: não sei vamos escrever isso aqui  
 11 - ALAN: hanham // eu não tenho essa fórmula aí de P linha não ué  
 12 - ANA: então você não fez a introdução certa  
 13 - ALAN: eu fiz ué  
 14 - ANA: olha aqui oh / tá aqui escrito / aqui  
 15 - ALAN: então / eu não tenho isso não  
[os alunos mexem em vários papéis e fica um trecho inaudível]  
 16 - ALAN: P linha vai ser igual a o quê?  
 17 - ANA: tá aqui oh  
 18 - ALAN: P menos / Ro Ge / Ro Ge Ve parece até nome francês / RoGeVe / agora escreve... a equação da reta?  
 19 - ANA: é de equilíbrio como equação  
[longo período de pausa, o professor dá alguma instrução]  
 20 - ALAN: vai ser igual ao peso real né?  
 21 - ANA: é o peso real //  
 22 - ALAN: P vai ser igual / a G // e B vai ser igual ao X //  
[longo período de pausa] // aqui / volume aqui vai ser volume... / dele mergulhado?  
 23 - ANA: é //

- 24 - ALAN: densi é... gravidade aqui é pra usar de nove ponto oitenta e oito né
- 25 - ANA: setenta e oito //
- 26 - ALAN: zero ponto cinco / zero ponto zero cinco // passa o dia inteiro esse tempo todo / to até ficcionado já com esse / com esse trem
- 27 - ANA: você vai elevar os valores aí? //
- [longo período de pausa]
- 28 - Professor: posso deixar o "troço" aqui com vocês?
- 29 - ALAN: pode
- 30 - Professor: depois vocês levam tá
- 31 - ANA: tá beleza
- 32 - Professor: tá funcionando
- 33 - ALAN: parece que sim /
- 34 - ANA: deixa aqui em cima //
- 35 - ALAN: zero ponto / meia quatro //
- 36 - ANA: gente do céu //
- 37 - ANA: ele não lê ponto aqui ALAN: dois ponto oitenta e três [os alunos falam ao mesmo tempo] //
- 38 - ALAN: dois vírgula oitenta e três // zero vírgula seis / sessenta né no caso / zero vírgula sessenta // cinco ponto meia meia /
- 39 - ANA: ham
- 40 - ALAN: zero ponto cinquenta e sete // oito ponto quarenta e nove // zero ponto cinquenta e três //
- 41 - ANA: hum
- 42 - ALAN: doze / trinta e dois
- 43 - ANA: hum
- 44 - ALAN: quarenta e nove / zero ponto quarenta e nove
- 45 - ANA: hum
- 46 - ALAN: quatorze e quinze // é igual o Pi quatorze e quinze
- 47 - ANA: hanham
- 48 - ALAN: quarenta e seis // dezesseis noventa e oito // quarenta e dois // dezenove oitenta e um // trinta e sete // vinte e dois sessenta e quatro
- 49 - ANA: ah é
- 50 - ALAN: agora você me lembra aí / perai
- 51 - ANA: é lá em /
- 52 - ALAN: não é aí não é?
- 53 - ANA: é // o A nosso é /
- 54 - ALAN: o A vai ser / peso aparente /
- 55 - ANA: o peso aparente
- 56 - ALAN: é o Y
- 57 - que a gente colocou /
- 58- ALAN: que a gente pôs é Y
- 59 - ANA: ah / então é o Y // ...(inaudível) / uai?
- 60 - ALAN: nó / que reta feia que é essa / era regressão linear não era "line" não
- 61 - ANA: perai
- 62 - ALAN: não tem "pão duro" aí não?
- 63 - ANA: aaaassim
- 64 - ALAN: vai lá / ...(inaudível)
- 65 - ANA: perai tem conta? / perai mas tem um negócio com bolinha / como é que é / ai ai ai // ...(inaudível)
- 66 - ALAN: não / eu acho que é esse símbolo aí oh / skate / sabe não?
- 67 - ANA: não //
- 68 - ALAN: pergunta ele ali oh //
- 69 - ANA: deixa eu te perguntar [fala com ALUNO X] // o negocinho que tem que fazer entrar aqui é line ou line...(inaudível)
- 70 - ALUNO X: INAUDÍVEL O QUE ESSE ALUNO FALOU

- 71 - ANA: já // aí... (inaudível) // é isso mesmo  
72 - ALAN: ele não traça... a "T" não / ah não traça é aqui oh //  
73 - ANA: peraí / vão pensar peraí / isso aqui... / é o volume submerso / tá certo é quanto mais...  
74 - ALAN: tá certo  
75 - ALUNO X: vocês tão fazendo a experiência em qual? Dois?  
76 - ANA: um // tá certo num tá? /  
77 - ALUNO X: na um eu não fiz ainda não / porque na dois eu tinha feito e troquei os erros /  
78 - ALAN: (inaudível)  
[os alunos falam ao mesmo tempo e embolado] //  
79 - ALAN: põe em qual? // aí tá foda / isso é foda / apaga esse trem  
80 - ANA: o A / zero sessenta e seis / o A nosso Edir (ou Ed?) falou que era o peso / não é? / Acho que o Edir falou que é peso // o meu B // Nossa Senhora // que bicho estranho // quanto tá dando aí? // ...(inaudível)... // eu acho que é melhor a gente trocar aquele trem de eixo / né não? / será?  
81 - ALAN: uai por que?  
82 - ANA: num sei // mas eu acho que não ou / pelas contas / pelo que a gente fez ali eu acho que é isso mesmo  
83 - ALAN: é uai / agora apaga aí... (inaudível) //  
84 - ANA: isso pode apagar também / pode?  
85 - ALAN: pode  
86 - ALUNO X: tá errado isso aí ué / é AX mais B  
87 - ALAN: é A? //  
88 - ANA: que que é isso aqui?  
89 - ALAN: (inaudível) // então põe aqui cinco  
90 - ALUNO X? ALAN? (JÁ NÃO SEI MAIS): eu pus um três aí  
91 - ANA: Nossa Senhora // é //  
92 - ALAN: aí aqui oh é o valor e aqui é o erro  
93 - ANA: o erro / é // aí "inaudível a palavra" aqui né?  
94 - ALAN: ... (inaudível) // aí a gente põe aqui mais mais ou menos tá  
95 - ANA: hanham //  
96 - ALAN: aqui é o que?  
97 - ANA: mas esse erro não pode ser com essa... (inaudível) //  
[o professor chama Alan]  
98 - ALAN: sou eu //  
99 - ALUNO X: [ALUNO X dá uma explicação à Ana] tinha que ser negativo / tinha que ser menor que zero //  
100 - ALAN: por que? /  
101 - ALUNO X: porque é um sobre R / a não ser que seja erro  
102 - ANA: mas ah /  
103 - ALUNO X: deixa eu ver / quanto é que é a medida aqui  
104 - ANA: ou mas tá estranho né // o erro é maior do que o valor  
105 - ALAN: né não uai / E a menos quatro / dez a menos quatro  
106 - ANA: ah tá  
107 - ALAN: deu isso vamos deixar isso / não uai / o que que põe aqui? ... (inaudível)  
108 - ALUNO X: é / é / ..."inaudível"... / em baixo B  
109 - ALAN: B é o que?  
110 - ALUNO X: B é a constante uai  
111 - ANA: peraí / mas a constante tem um negócio/ que a densidade é Ro vezes a gravidade / é Ro Ge  
112 - ALAN: não / gravidade é  
113 - ANA: é Ro Ge / mas a gravidade é Ge densidade é Ro / então é Ro Ge  
114 - ALAN: não / densidade é é  
115 - ANA: ah é

- 116 - ALAN: centímetros sobre /  
117 - ANA: é centímetros / não / é // gramas por centímetro cúbico  
118 - ALAN: é / deixa então / faz que o nosso / o nosso ANA: a gente escreve então gramas por centímetro cúbico [os alunos falam ao mesmo tempo]  
119 - ALAN: é deixa esse trem / agora tem que por aqui em cima aqui oh  
120 - ANA: esse erro tá errado // e esse E aqui? /  
121 - ALAN: é vezes dez /  
122 - ANA: nossa que horror //  
123 - ALUNO X: é dois  
124 - ALAN: é / aqui fica menos quatro e vai pra zero / é é isso mesmo / é isso / é isso mesmo  
125 - ANA: dois a menos quatro e bláblábláblá / dois a menos quatro / você apagou um número a mais aqui então /  
126 - ALAN: não ué / porque não vai ser zero vírgula ANA: zero / ALAN: um dois // ANA: quatro / ALAN: três [os alunos falam ao mesmo tempo]  
127 - ANA: três zeros? / então  
128 - ALAN: é / três zeros  
129 - ANA: então o dois vai entrar aqui oh /  
130 - ALAN: então pões aí mais um aí /  
131 - ANA: qual que é o número que pões aqui  
132 - ALAN: seis //  
133 - ANA: não mereço / agora desencontrou o  
134 - ALAN: aqui / escrever nada não aí não?  
135 - ANA: ham?  
136 - ALAN: escrever / é / a equação / equação da reta / não? / precisa não né?  
137 - ANA: aqui não é o que vai ficar //  
138 - ALAN: vão / vão pôr assim oh P linha já / não?  
139 - ANA: ham / aí a gente põe na frente  
140 - ALAN: ah tá  
141 - ANA: Y é igual a  
142 - ALAN: a A mais B mais //  
143 - ANA: B // hum / asterisco //  
144 - ALAN: P linha //  
145 - ANA: Peeeee / (inaudível) / ah isso aí  
146 - ALAN: é ao contrário  
147 - ANA: não / é // (inaudível)  
148 - ALAN: P // mais / como é que vai por o Ro aí agora? / vamos dar espaço e coloca na ... (inaudível)... G  
149 - ANA: G  
150 - ALAN: vezes /  
151 - ANA: então perai que tem um negócio P aqui na frente // agora / controle // como é que faz pra colocar o negocinho lá eu esqueço / [parece que o ALUNO X explica alguma coisa para os dois] //  
152 - ALAN: como é que é? / clica aqui? /  
153 - ANA: parece // ... (inaudível)  
154 - ALAN OU ALUNO X: clica aí / apaga nesse aqui ... (inaudível) // apaga ... (inaudível) / é // ohm // [os dois alunos falam alguma coisa inaudível] / olha aqui // poxa desculpa //  
155 - ALAN: é / o nosso Y é o peso aparente  
156 - ALUNO X: tem que colocar as medidas //  
157 - ALAN: lá em baixo // é / volume // submerso né? / pode por assim? // certinho?  
158 - ANA: não / esse tem que por nome né? /  
159 - ALUNO X: a idéia foi esse aqui né / (inaudível)  
160 - ANA: ah ... (inaudível)  
161 - ALAN: então B vezes (inaudível - V?) / o que que é o B aqui hein?

- 162 - ANA: ah vamos escrever assim  
163 - ALAN: é escreve aí / escreve na mão mesmo né?  
164 - ANA: não / quer ver? / uai? / tá aqui assim? // eu vou por só os trem onde ele vê  
165 - ALAN: hanham // [alguém pergunta a Alan seu nome e ele responde]  
166 - ANA: põe aí  
167 - ALAN: isso / Fulano (nome verdadeiro) // beleza?  
168 - ANA: beleza  
169 - ALAN: vamos por então / a folha aqui //  
170 - PROFESSOR(?): se quiser pode ir tá  
171 - ANA: ham? / tá // é vinte?  
172 - ALAN: não ... (inaudível)... / olha / que que é isso?  
173 - ALUNO X: ... (inaudível)... que na verdade por mais que seja menor que um / vai ser menor que um vai estar mais ... (inaudível)... / em baixo  
174 - ALAN: não perai / vai ficar em baixo você fala aqui né? / vai ser um sobre ... (inaudível) // agora na verdade isso aqui é uma equação  
175 - ANA: Professor
- 176 - ALUNO X: se quiser colocar que I é igual a Y / X é igual a A  
177 - PROFESSOR: quem chamou?  
178 - ANA: eu / é o nosso gráfico ficou / assim porque a gente colocou / peso aparente por volume submerso que a gente tinha o (inaudível) da equação da reta usando essa equação aqui  
179 - PROFESSOR: ham?  
180 - ANA: tá certinho né?  
181 - PROFESSOR: que que você acha?  
182 - ANA: eu acho que tá certo / porque / quanto maior o volume de / é / quanto menor o peso aparente é porque é menor o volume submerso  
183 - PROFESSOR: quanto?  
184 - ANA: menor / é / maior o peso aparente é que tá mais igual com o peso real / então é / pouco volume submerso  
185 - PROFESSOR: ah tá /  
186 - ANA: então ta certinho //  
187 - PROFESSOR: "inaudível a palavra"... conclusão?  
188 - ALUNO X: professor  
189 - ALUNO X: olha aqui / vem aqui oh // ta certinho? /  
190 - ALAN: não // acabou não / ham?  
191 - PROFESSOR: ele ta resistente né?  
192 - ALAN: é ta / pendendo não ta? // é // a de cá já //  
193 - ANA: vou escrever "compressor" (não tenho certeza) né? / ah tem que achar a abscissa //  
194 - ALUNO X: isso vem primeiro? /  
195 - ALAN: eu não fiz nada veio //  
196 - ANA: ah não mas esse aqui vai no ... (inaudível)  
197 - ALAN: ah é? / então ta bom uai //  
198 - ANA: perai / que mais que ... (inaudível) // parte experimental e a discussão / a gente já fez a parte experimental / vamos discutir e game over  
199 - ALAN: mas / nós não vamos achar a densidade não? ANA: a densidade [os alunos falam ao mesmo tempo] //  
200 - ANA: mas agora é ... (inaudível) // ah tem que escrever um negócio aqui // B é / B a gente vai ter que colocar a unidade que é  
201 - ALAN: não precisa não / precisa? // precisa não // é / nós temos agora que achar // que / o nosso B // que B // B foi / igual ao que? /  
202 - ANA: B é alguma coisa vezes a gravidade  
203 - ALAN: ué mas deu menos?  
204 - ANA: isso que eu estou falando //

205 - ALAN: creio em Deus pai // essa fita / essa fita sua aí rendeu viu  
206 - PESQUISADOR: essa daqui é eterna // [os alunos riram]  
207 - ANA: aí oh //  
208 - ALAN: perai / e se  
209 - ANA: ah não mas B é a inclinação // esse menos não indica nada não /  
que esse menos só indica que ela ta decrescendo  
210 - ALAN: ah ta / beleza / então deu / mas deu pouquinho demais  
211 - ANA: pois é / mas eu acho que tem que mexer em unidade aqui /  
212 - ALAN: é?  
213 - ANA: tem //  
214 - ALAN: mais ou menos zero // [longo período de pausa , o professor dá  
algumas explicações] // professor / o senhor pode me dar um auxílio aqui  
215 - PROFESSOR: ham?  
216 - ALAN: o senhor pode me dar um auxílio aqui? / eu acho que nós erramos  
professor aqui olha / que a gente achou o B / pequeno demais aqui oh / e  
217 - PROFESSOR: o que que é pequeno e o que que é grande cara? / as coisas  
não são absolutas / porque que você está falando que ele ta pequeno?  
218 - ALAN: por causa que se eu trabalhar com ele nesse aqui / nesse valor  
/ vai dar aqui densidade de zero vírgula zero zero um / ponto trinta e nove  
/ centímetros por / gramas por centímetros cúbicos / eu acho que é /  
centímetros cúbicos  
219 - PROFESSOR: então / antes de qualquer coisa escreve as unidades dessas  
grandezas ué /  
220 - ALAN: mas aqui / no B  
221 - PROFESSOR: zero vírgula cento a trinta e seis é pequeno ou grande? /  
primeiro que eu não sei nem em que unidade que ta / segundo eu posso falar  
pequeno ou grande em relação a alguma coisa // então vê / que unidade que  
ta esse B aqui? / isso aqui oh / porque A é igual a isso em que unidades?  
222 - ALAN: mil  
223 - PROFESSOR: mil / então / e o B? //  
224 - ALAN: B vai ser / é metros por segundo ao quadrado que é né / do G /  
que é o  
225 - PROFESSOR: olha aqui oh / essa relação ta errada hein // o peso  
aparente cresce quando aumenta o empuxo? //  
226 - ANA: não / é menos // é menos / é menos  
227 - ALAN: é menos?  
228 - ANA: é // escrever o que? //  
229 - ALAN: qual unidade que nós vamos por aqui?  
230 - ANA: perai  
231 - ALAN: é sua fita / rendeu ta  
232 - Pesquisador: tem nem jeito de saber / a gente não vai colocar  
certinha não ta  
233 - ALAN: é // aqui // vai ter gramas por centímetros cúbicos / que é a  
unidade / e vai ter também gramas por centímetros cúbicos vezes metros por  
segundo ao quadrado  
234 - ANA: pois é  
235 - ALAN: que unidade mais horrorosa  
236 - ANA: a gente ta usando grama?  
237 - ALAN: não ué  
238 - ANA: isso é quilograma  
239 - ALAN: quilograma?  
240 - ANA: é  
241 - ALAN: se for quilograma vai dar / essa densidade aqui oh  
242 - ANA: aí vai dar  
243 - ALAN: zero trinta e nove  
244 - ANA: dá / é / dá / zero trinta e seis [a fita acabou e foi trocada]

**FIM DA FITA 1 - Lado B**

## INÍCIO DA FITA 2 - Lado A

- 1 - ALAN: por / é / metros por segundo ao quadrado  
2 - ANA: não mas esse número a gente ainda ...(inaudível) / então peraí / se der treze vírgula alguma coisa / poe aí treze vírgula seis  
3 - ALAN: treze?  
4 - treze vírgula / é / treze vírgula seis /  
5 - ALAN: aí dá um ponto trinta e nove aqui então  
6 - ANA: gramas por centímetro cúbico / então isso aqui ta em kilogramas por centímetro cúbico / é kilogramas / aquele negócio que você me perguntou / kilogramas por centímetro cúbico vezes metros por segundo ao quadrado // é isso mesmo  
7 - põe / é então põe aí ué // um ponto trinta e nove / mais // zero / zero um // é só que aí / não vai encaixar em nenhuma dessas aqui não /  
8 - ANA: não / não tem problema //  
9 - ALAN: mas aí qual líquido que é?  
10 - ANA: qual o que?  
11 - ALAN: qual líquido que é esse aí? / ele não pede não?  
12 - ANA: não / ele ta pedindo só a densidade //  
13 - ALAN: ah ta / isso aqui é a título de ilustração / e eu pus aqui oh / como objetivo encontrar o líquido  
14 - ANA: não / é encontrar a densidade // (longo período de pausa)  
15 - ALAN: então aqui //  
16 - ANA: quanto que deu o Rô? /  
17 - ALAN: um ponto trinta e nove / ah ta / peraí / aí tem que ver qual erro né // encontrado // ...(inaudível) // Kilogramas por centímetros cúbicos // põe aqui decrescendo né?  
18 - ANA: ham?  
19 - ALAN: põe aqui menos? / ou põe  
20 - ANA: eu pus o menos / ...(inaudível) //  
21 - ALAN: ...(inaudível) // (longo período de pausa)  
22 - ANA: ...(inaudível) dá zero vírgula zero quatro porque // com Y //  
23 - ALAN: ...(inaudível)  
24 - ANA: ah põe zero vírgula zero quatro não é melhor não? //  
25 - ALAN: você que sabe  
26 - ANA: mas aí a densidade vai ser um três nove mais um número  
27 - ALAN: é uai mas nós vamos achar aqui / é // zero trinta e seis / ah não ...(inaudível) // um vírgula trinta e nove zero //  
28 - ANA: você já colocou é / na / gramas por centímetro cúbico né? // beleza agora ...(inaudível)  
29 - ALAN: agora a conclusão?  
30 - ANA: é  
31 - ALAN: a conclusão / o que que é conclusão?  
32 - ANA: ah / concluir assim / se está conveniente esses dados / se era esperado //  
33 - ALAN: vamos por assim / concluímos que é possível encontrar a densidade pelo processo de Arquimedes // a densidade // princípio de Arquimedes // mas aí / ela ficou muito pequena não ficou? / conclusão pequenininha / mas oh / conclusão só pode ser isso mesmo ué // quanto mais submerso // como é que é?  
34 - ANA: colocou que é mais denso que a água //  
35 - ALAN: o líquido?  
36 - ANA: hamham /  
37 - ALAN: e aqui / quanto mais ele é / aqui oh / submerso / menos o peso dele / quanto mais ele é submerso / como é que é?  
38 - ANA: quanto mais ele submergir / ele é // menor é o peso aparente // (longo período de pausa)



- 39 - ALAN: é só isso né / eu ainda vou por aqui a densidade // pra não ficar igual demais //
- 40 - ALUNO X: vocês já jogaram no computador?
- 41 - ALAN E ANA: já [os alunos falam ao mesmo tempo]
- 42 - ALUNO X: como é que vocês fizeram? / naquele gráfico na fórmula ali oh ... (inaudível) mais ou menor a mesma coisa?
- 43 - ALAN: não / não põe não
- 44 - ANA: a gente achou Y como peso aparente / e A como peso real né e X como volume
- 45 - ALAN: só põe isso aqui não põe mais ou menos ALUNO X: ... (inaudível) valores não é isso? [os alunos falam ao mesmo tempo]
- 46 - ALAN E ANA: é [os alunos falam ao mesmo tempo]
- 47 - ALUNO X: Y e X? / que Y
- 48 - ANA: Y é o peso aparente e X é o volume
- 49 - ALUNO X: X o volume / ta
- 50 - ANA: aí você vai achar RôGe
- 51 - ALUNO X: a gravidade é a mesma
- 52 - ANA: é / a gravidade é
- 53 - ALUNO X: aí você acha a densidade
- 54 - ANA: é você pega o valor de B divide pela gravidade e acha a densidade /
- 55 - ALUNO X: ah ta / não / você pega o valor do volume?
- 56 - ANA: não / o valor de B / o valor de B é Ro vezes Ge / porque X é o volume / o B é Ro vezes Ge
- 57 - ALUNO X: entendi
- 58 - ANA: então achando B que vai ser kilogramas vezes metros por segundo ao quadrado
- 59 - ALUNO X: entendi / eu sei / mas na hora de jogar lá que eu to falando como é que vocês fizeram?
- 60 - ALAN: é zero ponto sessenta e cinco
- 61 - ANA: zero vírgula
- 62 - ALAN: é zero vírgula
- 63 - ALUNO X: não pões mais ou menos não?
- 64 - ALAN E ANA: não
- 65 - ALUNO X: ele que dá / ele que faz sozinho
- 66 - ALAN: não / ele mesmo acha esse erro
- 67 - ALUNO X: ah beleza valeu
- 68 - ALAN: falou / só isso né / vamos embora / ou você trouxe cola? / pra colar o seu gráfico aí? / professor
- 69 - PROFESSOR: quem chamou?
- 70 - ALAN: eu aqui // como é que é / a gente pode ir embora?
- 71 - PROFESSOR: assim que você entregar o relatório / já está pronto?
- 72 - ALAN: ta
- 73 - PROFESSOR: achou um Rô legal aí?
- 74 - ALAN E ANA : achamos [os alunos falam ao mesmo tempo]
- 75 - PROFESSOR: quanto vocês acharam?
- 76 - ANA: um vírgula trinta e nove ALAN: um ponto trinta e nove [os alunos falam ao mesmo tempo]
- 77 - ANA: grama por centímetro cúbico ALAN: mais ou menos zero vírgula zero quatro [os alunos falam ao mesmo tempo]
- 78 - PROFESSOR: nessa precisão aqui?
- 79 - ALAN E ANA: é [os alunos falam ao mesmo tempo]
- 80 - ALAN: porque essa / essa aqui olha aqui / a gente fez isso aqui oh
- 81 - PROFESSOR: o B deu com essa precisão cara?
- 82 - ANA: deu professor / pior que deu
- 83 - ALAN: o B deu
- 84 - ANA: pior que deu / dois elevado a dez a menos quatro

- 85 - PROFESSOR: é?
- 86 - ANA: é
- 87 - PROFESSOR: é / to duvidando viu // to duvidando da precisão ta / do valor e do processo não // vocês não cortaram coisa errada fora lá não? / na hora de / que estava lá o / estava dois vezes dez a menos quatro? Lá no
- 88 - ALAN: tava / não tava dois vírgula zero zero quatro cinco ANA: tava dois / no último ...(inaudível) vírgula um monte de coisa [os alunos falam ao mesmo tempo]
- 89 - PROFESSOR: dez a menos quatro?
- 90 - ALAN: é / é
- 91 - ANA: vezes dez a menos quatro
- 92 - ALAN: nós só copiamos e colamos / aqui a gente tava com dúvida professor é nesse erro aqui oh / porque a gente fez assim oh / dividido por zero vírgula zero cinco
- 93 - PROFESSOR: o que?
- 94 - ALAN: esse erro aqui ANA: a gente fez dois vezes dez a menos quatro [os alunos falam ao mesmo tempo]
- 95 - ALAN: não / a gente dividiu
- 96 - PROFESSOR: não / nós já comentamos aí as boas maneiras de calcular gente
- 97 - ALAN: então eu não a peguei não ué
- 98 - PROFESSOR: pergunta a Ana / ela sabe
- 99 - ANA: máximo e mínimo?
- 100 - PROFESSOR: é / valores limites né // então aqui provavelmente
- 101 - ALAN: esse aqui então provavelmente ta errado? / porque a gente fez
- 102 - PROFESSOR: é / não / eu digo o erro né
- 103 - ALAN: ah
- 104 - PROFESSOR: eu comentei com vocês que eu acho que vocês estão com uma precisão exagerada né / então / uma causa pode ser isso / o próprio erro foi bom
- 105 - ANA: hamham / pois é //
- 106 - ALAN: esse erro aí eu não sei mesmo como é que é // não mas esse erro aqui não influencia nada não uai nesse negócio de máximos e mínimos não / por causa que a gente só joga aqui e aqui e é ele que acha esse erro // (longo período de pausa) // vamos por nove ponto setenta e oito menos // três sete / um vírgula três sete / ...(inaudível) //
- 107 - ANA: ...(inaudível) // é piorou um pouquinho viu //
- 108 - ALAN: aí vamos ver / como que achou? //
- 109 - ANA: é / o erro deu bem maior // zero um
- 110 - ALAN: um?
- 111 - ANA: deu zero noventa e seis
- 112 - ALAN: ham / quer ver / deixa ver se eu entendi aqui //
- 113 - ANA: põe zero vírgula zero nove // (longo período de pausa) // o que você está fazendo?
- 114 - ALAN: eu to tentando achar o erro / porque como que você fez aí?
- 115 - ANA: eu fiz assim oh // eu peguei o maior valor possível de Ro e o menor valor possível de Ro / aí eu fiz um menos o outro e achei o erro
- 116 - ALAN: mas então // maior possível / vai ser esse aqui / menor possível / esse aqui
- 117 - ANA: não
- 118 - ALAN: menor possível esse aqui / ponto quatro
- 119 - ANA: não é
- 120 - ALAN: é uai / é sim
- 121 - ANA: não sô / a gente não ta colocando ...(inaudível)
- 122 - ALAN: então / aí achei / isso aqui oh / o meu Ro médio deu isso aqui / agora como que eu acho esse erro?

- 123 - ANA: aí você pega o valor máximo / o valor máximo / menos esse / vai dar mais ou menos isso aqui / vai dar o valor máximo menos o valor mínimo dividido por dois que é mesma coisa que valor máximo menos esse e esse menos o valor mínimo /
- 124 - ALAN: mas esse aqui é o valor médio? / eu pego o valor médio menos o mínimo? /
- 125 - ANA: é
- 126 - ALAN: ou é o máximo menos o mínimo?
- 127 - ANA: você pode fazer o máximo menos o mínimo dividido por dois / que vai dar o erro tanto pra cima quanto pra baixo / ou o máximo menos o médio ou o médio menos o mínimo
- 128 - ALAN: ah / ... (inaudível) / olha o que que deu
- 129 - ANA: não sô / é um menos / um ponto quatro menos um ponto três sete // dividido por dois // zero dois / zero vírgula zero dois //
- 130 - ALAN: então vamos ver isso aqui oh / um ponto quatro menos / sete e meio? / não é a mesma coisa / ... (inaudível) / qual que é?
- 131 - ANA: zero dois / porque é um ponto / um ponto / uai porque que o seu deu diferente?
- 132 - ALAN: não / por causa que eu fiz com ... (inaudível) é o desvio / vai ser  $R_o$  superior menos  $R_o$  inferior / dividido por dois / é? / um vírgula quatro menos / um ponto vírgula trinta e sete / dividido por dois / zero vírgula zero dois / vou ter que  $R_o$  vai ser igual ... (inaudível) mais ou menos ... (inaudível) / é isso então
- 133 - ANA: é
- 134 - ALAN: então beleza / agora se eu tirar zero eu tirei porque eu vou embora // aí esse trem é chato demais uai // chega Ana? Ham? //
- 135 - ANA: aquela pasta ali é sua? //
- 136 - ALAN: e o gravador do...

#### ACABOU A FALA DOS ALUNOS

O gravador e a filmadora são direcionados para acompanhar os instantes finais da atividade experimental 2 que é realizada pela diáde filmada na aula 1

# Anexo 7

**Roteiro e anotações no caderno de campo da aula 2 “Princípio de Arquimedes: determinação da densidade de um líquido”**

## EXPERIÊNCIA 1

## Princípio de Arquimedes: determinação da densidade de um líquido

## INTRODUÇÃO

Um corpo, ao ser mergulhado em um fluido, fica sujeito a uma força para cima originada pela diferença entre as pressões nas suas partes superior e inferior. Em consequência disto é que, por exemplo, um objeto parece possuir um peso menor do que no ar ao ser imerso em um líquido. Esse fenômeno foi explicado por Arquimedes dando origem ao princípio de que “um corpo sólido, total ou parcialmente imerso em um fluido, fica sujeito a uma força vertical voltada para cima, denominada *empuxo*  $E$ , que é igual ao peso da quantidade do fluido deslocado”. Formalmente tem-se que, mergulhando-se um volume  $V$  de um corpo em um fluido aparecerá no corpo um empuxo cujo módulo é dado por:

$$E = \rho g V \quad (\text{eq. 1})$$

sendo  $\rho$  é a densidade específica do fluido e  $g$  é a aceleração da gravidade.

Considere um objeto pendurado em um dinamômetro como mostra a figura 1. Seja  $P$  a leitura no dinamômetro quando o objeto está no ar (peso real) e  $P'$  a leitura no dinamômetro quando ele está total ou parcialmente mergulhado em um líquido (peso aparente). Em uma situação de equilíbrio, pode-se escrever:

$$P' = P - \rho g V \quad (\text{eq. 2})$$

Então, medindo-se o peso aparente do objeto e o seu volume submerso pode-se determinar a densidade do líquido.

## PARTE EXPERIMENTAL

## Objetivo

Determinar a densidade de líquidos aplicando o princípio de Arquimedes.

## Materiais utilizados

Cilindro de alumínio com indicação de frações do seu volume, dinamômetro, béquer contendo líquido de densidade desconhecida, haste com suporte, bandeja, régua ou paquímetro.

## Procedimentos

Determine o peso real do cilindro de alumínio suspendendo-o no dinamômetro. Determine o volume total do cilindro.

Mergulhe gradualmente o cilindro no líquido (p. ex. 1/8 de cada vez) obtendo pares de valores do peso aparente  $P'$  e o volume mergulhado  $V$ .

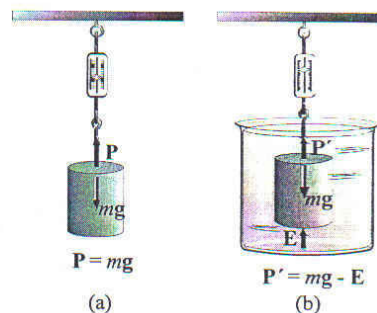


Fig. 1. Representação das forças que agem sobre o cilindro (a) no ar e (b) totalmente imerso em um líquido. O cilindro fica sujeito ao *empuxo*  $E$  que depende do volume imerso.

Represente graficamente os dados obtidos (gráfico  $P' \times V$ ). A observação do gráfico sugere uma dependência linear entre as duas grandezas e, assim, a relação matemática entre elas deverá ser a equação de uma reta, ou seja:

$$P' = A + B V$$

onde as constantes  $A$  (valor de  $P'$  quando  $V = 0$ ) e  $B$  (inclinação da reta) deverão ser determinadas pelo processo de regressão linear. Dê o significado físico dessas constantes.

Comente os resultados encontrados comparando com valores esperados, em especial o valor do peso real  $P$ .

Considere  $g = (9,78 \pm 0,05) \text{ m/s}^2$  em seus cálculos.

A título de ilustração, logo abaixo estão relacionados, em  $\text{g/cm}^3$ , os valores da densidade de alguns líquidos à temperatura ambiente:

$$\begin{aligned} \rho_{\text{álcool}} &= (0,80 \pm 0,02); & \rho_{\text{glicerina}} &= (1,26 \pm 0,01); \\ \rho_{\text{benzeno}} &= (0,90 \pm 0,01); & \rho_{\text{éter}} &= (1,49 \pm 0,01); \\ \rho_{\text{água}} &= (1,00 \pm 0,01); & \rho_{\text{mercúrio}} &= (13,6 \pm 0,1). \end{aligned}$$



31/08/09

2ª Aula

15:50 - Início da aula. O professor esclarece alguns pontos importantes como relação aos relatórios e aos procedimentos experimentais da aula anterior. O professor fala a importância de trabalhar com alguns erros significativos, e com a forma do relatório. É destacado o fato de se ressaltar algumas equações. Um dos alunos questiona o fato de haver diferença da forma do relatório já realizado em outra disciplina de laboratório (Química). O professor também chama a atenção para a necessidade de observar e avaliar a ordem de grandeza dos resultados obtidos através das curvas e índices fornecidos pelo computador. O foco da exposição do professor é, portanto, com relação aos erros mais comuns observados nos relatórios da aula anterior e como proceder para fazer os próximos relatórios. É importante ressaltar o fato de que o professor escrevem a palavra RELATAR no centro do quadro.

16:05 - O professor termina sua exposição e os alunos começam a interagir com as montagens experimentais. Enquanto isso o professor se reúne com os alunos que estavam na bancada da experiência 3 para



expor algumas considerações e recomendações sobre as particularidades desta experiência.

16:10 Duas alunas chegam neste momento ao laboratório. O professor se dirige a bancada do centro, e repete o procedimento de exposição das particularidades das experiências 2.

16:13. Finalmente o professor repete o procedimento acima com os alunos que estão realizando a experiência 1.

16:15. O professor realiza a chamada pedindo que os alunos respondam dizendo o número da experiência que estão realizando.

16:17. Os alunos retomam suas atividades e voltam a interagir com as montagens e equipamentos experimentais enquanto o professor anda pelo laboratório e responde a dúvidas dos grupos que requisitam suas explicações sobre as experiências. É importante ressaltar que foi dada a atenção dos alunos que chegaram atrasados ao laboratório.

16:22 O professor dá turno ao laboratório ao lado consultando o professor observando sobre dúvidas relativas as experiências. A dúvida se refere a uma variação dos instrumentos e equipamentos que fornecem



11

resultados diferentes para uma mesma experiência. No caso a experiência 2.  
 16:25 O professor e os alunos retornam as suas atividades normais; os alunos voltam a interagir com as montagens e o professor dá assistência as duplas que requerem suas explicações, que em alguns momentos são assistidas ou acompanhadas pelos alunos das outras duplas que realizam a mesma experiência.

16:30. A maior parte das vezes que a presença do professor é requisitada, se refere a dúvidas dos alunos que realizam a experiência 3.

16:32 Os alunos das bancadas 4 e 5 vão até os computadores para compilarem seus dados.

16:37 A dupla da bancada 6 também vai até a área dos computadores.

16:40 O professor fica observando e interagindo com os alunos que estão nos computadores.

16:42 Os alunos da bancada 3 chamam o professor para conferir a ligação dos fios de seu circuito e recebe o OK do professor que, a seguir, vai as demais bancadas nas quais estão sendo realizadas a experiência 3.



16:45 Os alunos da dupla observada vão até o computador para compilar seus dados.

16:47. Os alunos do grupo B vão até os computadores.

16:50. O professor começa a entregar os relatórios da aula anterior. Neste momento, em sua troca, a fita da filmadora e o professor comenta sobre o fato de ter ficado um pouco imbuído com o momento crucial da aula quando foi filmado.

17:00. Os alunos da dupla observada retornam a sua bancada de trabalho. O professor está fazendo considerações sobre os relatórios dos alunos e mostrando como eles devem ser feitos das próximas vezes.

17:10. Só agora foi trocada a fita cassette do gravador. Uma das alunas da bancada 3 se ausentou do laboratório, mas a outra está compilando os dados no computador, assim como os alunos das bancadas 8 e 9. Quando, os alunos da bancada 7 se dirigem ao computador, os alunos da bancada 8 retornam a sua formação de dupla na bancada.



11

17:15 Todos os alunos que realizaram a experiência 2 se encontram analisando os dados e confeccionando os relatórios. Neste momento estou me ausentando do laboratório para fazer uma cópia dos relatórios da dupla observada na aula anterior.

17:30 Retorno ao laboratório sem a cópia dos relatórios pois o XEROX estava com as máquinas  $\delta$  defeito e uma fila imensa! Os alunos começaram a fazer os relatórios na próxima aula quando estas serão copiadas.

17:33 Os alunos que realizaram a experiência 2 estão com muitas dúvidas sobre as unidades das grandezas físicas  $C$  e  $c$  e sobre os algoritmos significativos das medidas efetuadas.

Eles estão discutindo sobre a massa de água presente no calorímetro. Entretanto ela não pode ser medida e eles fazem uma estimativa baseada no valor razoando em termos do valor obtido.

17:40 Vou alertar o professor sobre minha suspeita. De fato a massa deveria ser obtida a partir da estimativa do volume de água contida no becker e na suposição de  $\rho_{H_2O} = 1 \text{ g/cm}^3$



17:45 Os alunos da dupla observada terminam a prática e deixam o laboratório. Neste momento os alunos da dupla da bancada 6 (filmados na aula anterior) pedem para serem filmados e observados até o final da aula.

17:50. Vários problemas técnicos ocorreram durante a filmagem desta aula. Inicialmente, não sei se o ângulo da filmadora foi adequado a documentação. Isto ocorreu pois o grupo que seria filmado nesta aula (na mesma bancada da aula anterior) chegou atrasado ao laboratório. Optei por filmar um outro grupo na bancada 2 com um ângulo horizontal mas, captando a luz da janela. Depois a filmadora consumiu mais energia da bateria que se esgotou antes do tempo esperado. Neste caso demorei um pouco a ligar a filmadora em uma tomada do laboratório. Finalmente, filmei uma discussão interessante e gravei os momentos finais da aula de um segundo grupo que propôs ser filmado nestes últimos instantes. É importante registrar que a fita cassete não apresentou a sincronia de tempo esperada



11

com a fita da filmadora

18:00 - Dois grupos já deixaram o laboratório e os demais estão terminando de escrever os relatórios. A aluna que ficou a maior parte da aula sozinha, permaneceu no computador, enquanto os demais alunos se encontram nas bancadas.

18:04 A fita da filmadora terminou e vou optar por não filmar os instantes finais da aula deste segundo grupo observado pois eles se encontram basicamente escrevendo suas conclusões no relatório. Entretanto, o gravador continua registrando os aspectos microscópicos, tais como as falas destes alunos que falam alto (em comparação com os demais) e está detalhando verbalmente suas ações e conclusões.

18:10 Os alunos que ainda se encontram no laboratório pedem para entregar o relatório amanhã pois alegam que não conseguem acabar de preenchê-lo hoje.

Apesar de os alunos das bancadas 2, 4, 5 e 7 conseguirem terminar a atividade e entregar o relatório nesta aula, a dupla de alunos que permaneceram separada um do outro tempo no laboratório (dois alunos)



só agora imprimiu o gráfico contendo a curva com os dados obtidos nesta experiência.

18:15 A dupla de alunos volta a sua bancada de trabalho e ficam conversando com a folha de relatório sob a sua bancada (só há uma única folha de relatório no grupo) enquanto as duas devem ser entregues ao final da aula.

18:20 O professor ainda faz algumas visitas aos grupos e pede para os alunos para encerrar a aula e organizar as bancadas.

18:25 O professor e o pesquisador deixam o laboratório.

# **Anexo 8**

**Relatório dos estudantes ALAN E  
ANA sobre a aula 2  
“Princípio de Arquimedes:  
determinação da  
densidade de um líquido”**

7

\* Princípio de Arquimedes: determinação da \*  
\* densidade de um líquido \*

Autores: ALAN  
ANA

Turma: 56

DATA: 31/08/2004

Objetivo: Determinar a densidade de líquidos aplicando o princípio de Arquimedes.

Introdução:

Segundo Arquimedes, aparentemente um objeto parece possuir um peso menor do que no ar ao ser imerso em um líquido, dando origem ao princípio de que um corpo sólido, total ou parcialmente imerso em um fluido, fica sujeito a uma força vertical voltada para cima, denominada empuxo  $E$ , que é determinado por:  $E = \rho g v$ , sendo;

$\rho$  - densidade

$g$  - força da gravidade

$v$  - volume.

Ex.

Pendure-se um corpo de peso  $P$  e mede-se este corpo no ar (peso real), depois mergulha o corpo em um líquido de densidade  $\rho$  e mede-se e nota que o peso diminui (peso aparente), conforme a fórmula abaixo

$$P' = P - \rho g v$$



### Parte experimental:

Cilindro



$$h = (8,00 \pm 0,05) \text{ cm}$$

$$\phi = (1,90 \pm 0,05) \text{ cm}$$

$$S = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3,14 [(1,90 \pm 0,05) \text{ cm}]^2}{4} = (2,83 \pm 0,05) \text{ cm}^2$$

$$V = hS = (2,83 \pm 0,05) \text{ cm}^2 \cdot (8,00 \pm 0,05) \text{ cm} = (22,64 \pm 0,05) \text{ cm}^3$$

Acima foi achado o volume do cilindro através de medidas diretas e fórmulas matemáticas.

- Agora vamos ler no dinamômetro o peso do cilindro

$$P: (0,66 \pm 0,01) \text{ N}$$

↳ Peso real

*Como foi obtida?*

- tabela para obtenção do peso aparente.

Peso aparente (N)	Volume mergulhado (cm <sup>3</sup> ) (V = S · h')
0,64 ± 0,01	2,83 ± 0,05
0,60 ± 0,01	5,66 ± 0,05
0,57 ± 0,01	8,49 ± 0,05
0,53 ± 0,01	11,32 ± 0,05
0,49 ± 0,01	14,15 ± 0,05
0,46 ± 0,01	16,98 ± 0,05
0,42 ± 0,01	19,81 ± 0,05
0,37 ± 0,01	22,64 ± 0,05

*Não.*

- Plotar o gráfico referente a tabela acima?



- Com a equação da reta encontrada devido a regressão linear vamos achar a densidade, e aí poderemos saber qual é o líquido.

$$y = A + Bx$$

$$P' = P + \rho g V$$

$$P' = y$$

$$A = P$$

$$B = \rho g$$

$$V = x$$

Onde,

$P'$  - peso aparente

$P$  - peso real

$\rho$  - densidade

$g$  - força da gravidade ( $9,78 \pm 0,05$ )  $m/s^2$

$V$  - volume.

*aceleração da gravidade!*

foram encontrados os valores de:

$$A = (0,679 \pm 0,004) N$$

$$B = (0,0136 \pm 0,0002) \text{ Kg}/\text{cm}^3 \cdot \text{s}^2 \quad (\text{reta decrescente})$$

com isto temos que,

$$\rho = \frac{0,0134 - 1,37 \text{ g}}{9,73 \text{ cm}^3} / \rho = \frac{0,0138 - 1,40 \text{ g}}{9,83 \text{ cm}^3}$$

$$\rho_m = \frac{1,37 + 1,40}{2} = 1,385 \text{ g}/\text{cm}^3$$

$$\rho_s = \frac{1,40 - 1,37}{2} = 0,015 \text{ g}/\text{cm}^3$$

Conclusão:

$$\rho = (1,38 \pm 0,02) \text{ g}/\text{cm}^3$$

Concluímos que é possível encontrar a densidade através do princípio de Arquimedes e vendo a gráfico que concluímos também que quanto mais submerso, menos é seu peso aparente.

obs. Gráfico com a ANA

7

## Princípio de Arquimedes: Determinação da densidade de um líquido.

nome: ANA  
ALAN

Turma: 56      icex sala: 2052      31.08.2004.

### Objetivo.

Determinar a densidade de um líquido desconhecido usando o princípio de Arquimedes.

### Introdução.

Um corpo, ao ser mergulhado em um fluido, fica sujeito a pressões provenientes do fluido, e medida que a profundidade aumenta, a pressão também aumenta. Essa diferença de pressão da parte superior e inferior do corpo de origem à uma força voltada para cima. Essa força é responsável por alguns fenômenos como um corpo parecer mais leve dentro de um líquido do que no ar. Tais fenômenos podem ser explicados pelo princípio de Arquimedes que diz: "Um corpo sólido, parcial ou totalmente imerso em um fluido, fica sujeito à uma força vertical voltada para cima, denominada empuxo  $E$ , que é igual ao peso da quantidade de fluido deslocado."

O módulo do empuxo pode ser dado por:

$$E = \rho g V$$

onde  $\rho$  é a densidade do fluido,  $g$  é a aceleração da gravidade e  $V$  é o volume de fluido deslocado.

Nessa experiência iremos usar um cilindro de alumínio com indicações de frações de seu volume, dinamômetro (instrumento para medir peso), béquer contendo líquido de densidade desconhecida e uma régua.



Quando o objeto está pendurado no dinamômetro e está no ar, a leitura que teremos é o peso real  $P$ . Quando o objeto está total ou parcialmente submerso em um líquido, a leitura é a do peso aparente  $P'$ . Se o objeto está em equilíbrio podemos escrever a seguinte relação:

$$P' = P - \rho g V$$

Logo, podemos obter a densidade do líquido medindo o peso aparente do objeto e seu volume submerso.

### Parte experimental

#### Procedimentos

Determinação do peso real do objeto: *Como?*

$$P = m \cdot g \quad P = (0,66 \pm 0,01) \text{ N}$$

Determinação do volume: *Como?*

$$V = A \cdot h \quad A = (2,83 \pm 0,05) \text{ cm}^2 \quad h = (8,00 \pm 0,05) \text{ cm} \quad V = (22,64 \pm 0,05) \text{ cm}^3$$

Determinação dos pesos aparentes e respectivos volumes mergulhados: *Como?*

<u>Peso</u>	<u>Volume mergulhado</u>
<del>(0,64 ± 0,01) N</del>	<del>(2,83 ± 0,05) cm<sup>3</sup></del>
<del>(0,60 ± 0,01) N</del>	<del>(5,66 ± 0,05) cm<sup>3</sup></del>
<del>(0,57 ± 0,01) N</del>	<del>(8,49 ± 0,05) cm<sup>3</sup></del>
<del>(0,53 ± 0,01) N</del>	<del>(11,32 ± 0,05) cm<sup>3</sup></del>
<del>(0,49 ± 0,01) N</del>	<del>(14,15 ± 0,05) cm<sup>3</sup></del>
<del>(0,46 ± 0,01) N</del>	<del>(16,98 ± 0,05) cm<sup>3</sup></del>
<del>(0,42 ± 0,01) N</del>	<del>(19,81 ± 0,05) cm<sup>3</sup></del>
<del>(0,37 ± 0,01) N</del>	<del>(22,64 ± 0,05) cm<sup>3</sup></del>

*Não!*

Usando a equação de equilíbrio como equação da reta, temos:

$$P' = P - \rho g V \quad Y = A + Bx$$

$y$  é o peso do objeto,  $A$  é o peso real,  $x$  é o volume mergulhado e  $B$  é a densidade do líquido multiplicado pela gravidade. Então dividindo  $B$  pela gravidade teremos a densidade do líquido.

Considerando  $g = (9,78 \pm 0,05) \text{ m/s}^2$ , temos;

$$B = (-0,0136 \pm 2 \times 10^{-4}) \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{cm}^3 \cdot \text{s}^2} \quad (\text{o sinal negativo diz que o gráfico decresce})$$

$$\text{logo } \rho = \frac{0,0136 \pm 2 \times 10^{-4} \text{ kg/cm}^3 \cdot \text{s}^2}{9,78 \pm 0,05 \text{ m/s}^2} = (1,38 \pm 0,02) \text{ g/cm}^3.$$

Como?

### Conclusão

Podemos concluir que o líquido é de densidade superior da de água ( $1,00 \pm 0,01 \text{ g/cm}^3$ ). Logo a equação é verdadeira  $P' = P - \rho g V$ , ou seja, a medida que o objeto é submerso, seu peso aparente diminui.

