

**OS PROPÓSITOS DE ATIVIDADES  
PRÁTICAS NA VISÃO DE ALUNOS E  
PROFESSORES**

Eliane Ferreira de Sá

---

## **OS PROPÓSITOS DE ATIVIDADES PRÁTICAS NA VISÃO DE ALUNOS E PROFESSORES**

---

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Oto Neri Borges

Belo Horizonte- 2003  
Universidade Federal de Minas Gerais  
Faculdade de Educação  
Programa de Pós-graduação em Educação

Sá, Eliane Ferreira de

Os propósitos de atividades práticas na visão de alunos e professores. Belo Horizonte: UFMG/FAE, 2003

Dissertação (mestrado) UFMG.FAE

Ao Helder, que com sua presença sempre companheira, trouxe suavidade a essa trajetória e a quem, mais do que agradecer, quero compartilhar a felicidade de conclusão dessa etapa.

## AGRADECIMENTOS

Ao orientador Prof. Dr. Oto Neri Borges pela competência, compromisso, respeito, generosidade e, principalmente pela enorme paciência com que orientou esse trabalho. Pelas suas intervenções que foram muito além do que cabe a um orientador.

Aos professores entrevistados e alunos, que contribuíram efetivamente para o levantamento dos dados analisados neste trabalho.

Aos professores Árvjuna, Jésus e Ely, pelas valiosas contribuições no desenvolvimento desta pesquisa.

Aos colegas de grupos de orientação e discussão Adelson, Carmem, Cristina e Marina pelas ricas contribuições no processo de análise dos dados e nas discussões teóricas.

Aos amigos Renato, Marieta e Cida, pela amizade, pelo incentivo constante e pelo apoio, que com certeza contribuíram para tornar mais leve, o final desta trajetória.

À amiga Lúcia, por tantas trocas ao longo deste percurso e principalmente por essa belíssima amizade que construímos no decorrer do curso e que cultivaremos ao longo de nossas vidas.

Aos Prof<sup>os</sup>. Dr. Antônio Tarciso Borges e Dr. Arnaldo Vaz, pela orientação na fase de elaboração do projeto de pesquisa, e por muitos ensinamentos.

Ao Prof. Dr. Orlando Gomes de Aguiar Júnior, pelo apoio, incentivo e o poder contar sempre.

Aos colegas de curso de mestrado especialmente, Miriam, Luciana, Malu, Cristiane e Inês, com as quais compartilhei e troquei muitas idéias no começo do curso.

Aos funcionários, pela disponibilidade e ajudas cotidianas, especialmente nas pessoas do Pedrinho do Colégio Técnico e do Joel da FAE.

Aos meus pais Guilhermino e Marina, pela minha existência e pelas inúmeras lições de vida.

A toda minha família pelo respeito, apoio e incentivo constante.

## Sumário

	Pag.
<b>RESUMO .....</b>	<b>10</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
O problema de investigação .....	14
Processo de Investigação .....	14
Estrutura da Dissertação .....	15
<b>1. UMA VISÃO DA LITERATURA ATUAL SOBRE O PAPEL DO LABORATÓRIO NO ENSINO DE CIÊNCIAS .....</b>	<b>18</b>
1.1 Histórico da utilização de atividades de laboratório no ensino de Ciências .....	19
1.2 A atividade de laboratório nas propostas curriculares recentes para o ensino de Ciências e Físicas .....	27
<b>2. CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS: COLETA E ANÁLISE DOS DADOS .....</b>	<b>32</b>
2.1 A construção do percurso.....	33
2.1.1 - O Estudo Piloto.....	34
2.2 Construção dos dados da Pesquisa.....	36
2.2.1 - Descrição do ambiente e dos sujeitos envolvidos na coleta de dados .....	36
2.2.2 - A Primeira Etapa da Coleta de Dados: O Monitoramento das Aulas .....	38
2.2.3 - A Segunda Etapa da Coleta de Dados: Entrevista Com o Coordenador.....	40
2.2.4 - A Terceira Etapa da Coleta de Dados: Entrevista Com os autores originais da atividade Medida do Tempo de Reação .....	40
2.2.5 - A Quarta Etapa da Coleta de Dados: Entrevista Com os Professores Novatos e Com os Professores mais Experientes.....	41
2.3 – Atividades Desenvolvidas.....	42
2.3.1 - Atividade 1: Medidas de Tempo e Espaço .....	43
2.3.2 - Atividade 2: Movimento Uniforme: O caminhar de uma pessoa e o movimento de carrinhos a pilha.....	46
2.3.3 - Atividade 3 - Movimento Uniformemente Variado .....	48
2.3.4 - Atividade 4 - Movimento Circular Uniforme .....	50
2.3.5 - Atividade 5- Dinamômetros .....	52
2.4 – Critérios de Escolhas do Material a Ser Analisado .....	54
<b>3. A NATUREZA DOS OBJETIVOS QUE OS ALUNOS IDENTIFICAM NAS ATIVIDADES</b>	<b>56</b>
3.1 Os Conteúdos nas Propostas Curriculares .....	57
3.2 Análise dos Objetivos Identificados Pelos Estudantes na Seqüência de Atividades	61
3.2.1 - Análise dos objetivos identificados pelos alunos na Atividade 1 Medidas do Tempo e Espaço .....	63
3.2.2 – Análise dos objetivos identificados pelos alunos na Atividade 2 Movimento Uniforme.....	67

3.2.3 – Análise dos objetivos identificados pelos alunos na Atividade 3 Movimento Uniformemente Variado .....	70
3.2.4 – Análise dos objetivos identificados pelos alunos na Atividade 4 Movimento Circular Uniforme .....	74
3.2.5 – Análise dos objetivos identificados pelos alunos na Atividade 5 Dinamômetros .....	76
3.3 Comparação dos Objetivos Identificados Pelos Estudantes na Sequência de Atividades.....	80
<b>4. UM ESTUDO DE CASO SOBRE A NATUREZA DOS PROPÓSITOS QUE PROFESSORES E ALUNOS IDENTIFICAM PARA UMA ATIVIDADE.....</b>	<b>85</b>
4.1 - Diferença entre propósitos e objetivos das atividades de laboratório .....	86
4.2 – Um pouco da história do desenvolvimento da atividade .....	91
4.3 - Os propósitos pedagógicos do coordenador da série .....	95
4.4 - A primeira aula de laboratório dos alunos do primeiro ano .....	100
4.5 - Objetivos identificados pelos alunos.....	102
4.6 - Objetivos identificados pelos professores novatos .....	103
4.7 - Objetivos identificados pelos professores mais experientes .....	105
4.8 – Comparando os objetivos identificados pelos diversos grupos .....	106
<b>5. O ENTENDIMENTO DOS SUJEITOS DO PROCESSO EDUCACIONAL ACERCA DO CARÁTER TEÓRICO OU PRÁTICO DOS PROPÓSITOS E OBJETIVOS DAS ATIVIDADES DE LABORATÓRIO.....</b>	<b>111</b>
5.1 - Os propósitos e objetivos declarados pelo coordenador da série .....	112
5.1.1 - Propósito 1: Fazer medidas .....	115
5.1.2 - Propósito 2: Utilizar instrumentos de medidas .....	116
5.1.3 - Propósito 3: Trabalhar com erros em medidas .....	116
5.1.4 - Propósito 4: Fazer previsões para situações futuras .....	117
5.1.5 - Propósito 5: Motivar os alunos para a aprendizagem de Física .....	118
5.1.6 - Propósito 6: Instrumentalizar as atividades para auxiliar a compreensão de conceitos e procedimentos da física.....	120
5.2 – Propósitos e objetivos imediatos do professor da turma .....	125
5.3 – Propósitos e objetivos identificados por professores com pouca experiência docente e pelos alunos .....	129
<b>6. MOMENTOS DE APRENDIZAGENS NO LABORATÓRIO ESCOLAR .....</b>	<b>144</b>
6.1 - Aprendizagem de objetivos mais imediatos do coordenador: Fazer medidas indiretas .....	146
6.2 - Aprendizagem de objetivos mais imediatos do coordenador: utilizar instrumentos de medidas.....	154
6.3 - Aprendizagem de objetivos mais imediatos do coordenador: Trabalhar com erros em medidas.....	154
6.4 - Aprendizagem de objetivos mais imediatos do coordenador: Fazer previsões para eventos futuros .....	156

6.5 - Aprendizagem de objetivos mais imediatos do coordenador: Motivar os alunos para aprender física.....	157
6.6 – Aprendizagem de objetivos mais imediatos do coordenador: Construir e Interpretar Gráficos e Tabelas.....	159
6.7- Aprendizagem de objetivos mais imediatos do coordenador: instrumentalizar as atividades para auxiliar a compreensão de conceitos e procedimentos teóricos da física .....	161
6.8- Padrões observados ao longo do desenvolvimento da seqüência de atividades pelos alunos .....	165
6.8.1 - Características dos roteiros .....	165
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>173</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>181</b>
<b>ANEXO - Atividade: Medida do Tempo de Reação.....</b>	<b>185</b>

## Lista de Tabelas

	Pág
<b>TABELA I</b>	
Categorias de análise dos objetivos identificados pelos alunos .....	62
<b>TABELA II</b>	
Objetivos da atividade 1, conforme identificados pelos grupos de alunos, segundo seu grau de explicitação no roteiro .....	65
<b>TABELA III</b>	
Objetivos da atividade 1, conforme identificados pelos grupos de alunos, segundo sua natureza e sua dimensão temporal.....	66
<b>TABELA IV</b>	
Objetivos da atividade 2, conforme identificados pelos grupos de alunos, segundo seu grau de explicitação no roteiro.....	68
<b>TABELA V</b>	
Objetivos da atividade 2, conforme identificados pelos grupos de alunos, segundo sua natureza e sua dimensão temporal.....	69
<b>TABELA VI</b>	
Objetivos da atividade 3, conforme identificados pelos grupos de alunos, segundo seu grau de explicitação no roteiro.....	70
<b>TABELA VII</b>	
Objetivos da atividade 3, conforme identificados pelos grupos de alunos, segundo sua natureza e sua dimensão temporal.....	73
<b>TABELA VIII</b>	
Objetivos da atividade 4, conforme identificados pelos grupos de alunos, segundo seu grau de explicitação no roteiro.....	75
<b>TABELA IX</b>	
Objetivos da atividade 4, conforme identificados pelos grupos de alunos, segundo sua natureza e sua dimensão temporal.....	76



<b>TABELA X</b>	
Objetivos da atividade 5, conforme identificados pelos grupos de alunos, segundo seu grau de explicitação no roteiro.....	78
<b>TABELA XI</b>	
Objetivos da atividade 5, conforme identificados pelos grupos de alunos, segundo sua natureza e sua dimensão temporal.....	79
<b>TABELA XII</b>	
Número de objetivos identificados pelos estudantes em cada atividade da seqüência observada, segundo o grau de explicitação do objetivo no texto do roteiro.....	81
<b>TABELA XIII</b>	
Número de objetivos identificados pelos estudantes em cada atividade da seqüência observada, segundo a natureza dos objetivos identificados.....	82
<b>TABELA XIV</b>	
Número de objetivos conceituais e procedimentais identificados pelos estudantes nos roteiros das atividades práticas, segundo o grau de sua explicitação no texto do roteiro.....	83
<b>TABELA XV</b>	
Número de objetivos imediatos e amplos identificados pelos estudantes nos roteiros das atividades práticas, segundo o grau de sua explicitação no texto do roteiro.....	84
<b>TABELA XVI</b>	
Tabela de contingência para teste, por chi-quadrado, da existência de associação entre o grau de explicitação do objetivo no roteiro e sua dimensão temporal.....	85
<b>TABELA XVII</b>	
Objetivos identificados pelos alunos e professores.....	107
<b>TABELA XVIII</b>	
Objetivos imediatos atribuídos pelo coordenador a cada atividade, segundo o seu grau de explicitação no roteiro.....	124
<b>TABELA XIX</b>	
Propósitos pedagógicos atribuídos pelo coordenador da série às atividades e sua identificação, pelo professor da turma, em cada atividade.....	127
<b>TABELA XX</b>	
Grau de explicitação no roteiro e estado de identificação, pelo professor da turma, dos objetivos imediatos atribuídos pelo coordenador a cada atividade .....	128
<b>TABELA XXI</b>	
Grau de explicitação nos roteiros, frequência de identificação e relação com os propósitos pedagógico das atividades, identificados por um grupo de professores pouco experientes .....	131
<b>Tabela XXII</b>	
Grau de explicitação nos roteiros e frequência de identificação dos objetivos das atividades, identificados por um grupo de professores pouco experientes, por atividade.....	134
<b>TABELA XXIII</b>	
Grau de explicitação nos roteiros, frequência de identificação e relação com os propósitos pedagógico das atividades, identificados por um grupo de professores pouco experientes .....	136
<b>TABELA XXIV</b>	
Grau de explicitação nos roteiros e frequência de identificação dos objetivos das atividades, identificados por um grupo de professores pouco experientes, por atividade .....	139
<b>TABELA XXV</b>	
Grau de explicitação nos roteiros e frequência de identificação dos objetivos das atividades, identificados pelos estudantes observados, por atividade.....	142

## RESUMO

Este trabalho se insere na discussão sobre aprendizagem no laboratório escolar. Nele apresentamos o resultado da investigação que desenvolvemos sobre o entendimento de alunos e de professores acerca dos propósitos de uma seqüência de atividades experimentais.

Os dados que analisamos foram colhidos em quatro etapas. Na primeira, observamos durante quatro meses, as aulas de laboratório de duas turmas de primeira série de uma escola pública federal. Nas demais, entrevistamos o coordenador de série, dois autores de uma das atividades monitoradas e dois grupos de professores de Física, selecionados de acordo com o tempo de magistério e a experiência docente em ministrar aulas de laboratório.

A análise dos dados é discutida em quatro capítulos, nos quais apresentamos: uma reflexão sobre a natureza dos objetivos identificados pelos alunos para a seqüência de atividades; um estudo de caso sobre a natureza dos propósitos que professores e alunos identificam para uma atividade específica; uma análise do entendimento dos alunos sobre os propósitos e objetivos concebidos pelos professores para os experimentos e uma análise dos momentos de aprendizagem dos alunos em que temos indício da concretização de alguns dos propósitos do professor que propôs a utilização da seqüência de atividades.

A análise que fizemos ao longo dos capítulos nos aponta a necessidade de elaboração de um projeto para o desenvolvimento de atividades experimentais na educação em ciências, no qual, é necessário definir de forma mais clara a relação entre aulas teóricas e aulas de laboratório, bem como entre os propósitos pedagógicos e objetivos das atividades, com objetivos e metas curriculares mais amplas.

---

## **INTRODUÇÃO**

---

A utilização das atividades de laboratório no ensino de Ciências não é uma proposta recente. Desde o século XIX estas atividades começaram a incorporar o currículo nacional de Ciências de alguns países como Estados Unidos e Inglaterra (BARBERÁ & VALDÉS, 1996). A partir de então, são muitos os pesquisadores que defendem o desenvolvimento de atividades de laboratório como um importante meio para ensinar Ciências. Entretanto, o papel que estas atividades têm ocupado nos currículos de Ciências permanece objeto de discussão e de debate.

No início do século XIX o principal objetivo declarado para o trabalho prático no laboratório era o de confirmar uma teoria que já havia sido ensinada em aulas teóricas e estas atividades eram desenvolvidas dentro de uma perspectiva demonstrativa. No começo do século XX, o objetivo ainda era o mesmo, apesar das atividades práticas serem separadas das demonstrações do professor (LAZAROWITZ & TAMIR, 1997).

A percepção generalizada da ineficácia do ensino centrado no professor, que enfatiza os conteúdos da ciência, gerou um movimento que preconizava a defesa de um ensino centrado no aluno e nos processos da ciência. Essas idéias foram consolidadas nos projetos de inovação curricular da década de 60 (PSSC – *Physical Science Study Committe*, BSCS – *Biological Sciences Curriculum*, CEMS - *Chemical Science Study Committe*, e vários cursos da Nuffield Foudation) de alguns países da Europa e nos Estados Unidos. Tais projetos deixam de abordar a Ciência como um corpo de conhecimentos estático e passaram a tratá-la como uma atividade humana, acentuando de forma progressiva a experimentação através da utilização dos processos e procedimentos científicos. Pretendia-se que os estudantes gostassem da Ciência, tivessem certa noção da atividade dos cientistas e fossem encorajados a

prosseguir o estudo da Ciência num nível mais avançado. Entretanto, os resultados sobre as posturas e interesses não confirmavam as expectativas (HODSON, 1988).

A revisão da literatura feita por Lazarowitz & Tamir (1997) não conseguiu apresentar indícios fortes de que as atividades de laboratório promovessem uma melhor aprendizagem de ciências. Um motivo apontado nesta revisão para explicar a “ineficácia” das atividades de laboratório é o desconhecimento freqüente dos estudantes em relação aos propósitos destas atividades. Alguns pesquisadores, afirmam que o fato dos alunos não compreenderem o objetivo da atividade, compromete o seu desenvolvimento. Em um texto anterior Tamir (1990) afirmava que o objetivo percebido pelos alunos para a atividade prática é diferente do objetivo imaginado pelo professor e que os alunos não conseguem entender a relação entre o propósito da investigação e o projeto da experiência que eles estão realizando. Tamir, (1990) e Borges (1997) afirmam que os professores freqüentemente não explicitam os objetivos das atividades, e quando o fazem não se certificam que os alunos entenderam. Hart et al. (2000) destaca em seu trabalho que para o desenvolvimento da atividade é importante que os estudantes estejam conscientes dos propósitos das atividades e para isso, é necessário que os professores explicitem os seus propósitos pedagógicos da atividade.

Apesar da falta de clareza sobre o papel das atividades de laboratório, no momento de propor recomendações para o ensino de Ciências, os autores de propostas curriculares e pesquisadores em ensino de ciências recomendam, como parte integrante do currículo de ciências, a utilização de atividades de laboratório, como por exemplo em: Millar & Osborne (1998); AAAS (1990); MEC/SEF (1998); MEC/SEF (1999); Proposta Curricular de Ciências para o Ensino Fundamental e de Física para o Ensino Médio em Minas Gerais – SEE/MG (1998) e no Espírito Santo – SEDU/ES (1999). Muitos professores, também, ao falar sobre o ensino ideal de ciências, enfatizam a necessidade de desenvolver atividades experimentais (FONSECA & BORGES, 2001).

## **O PROBLEMA DE INVESTIGAÇÃO**

O problema central deste trabalho é investigar, como a compreensão dos objetivos de atividades de laboratório interfere na sua realização pelos alunos e no papel que elas desempenham no ensino de ciências.

Este problema se desdobra em algumas questões: Quais os objetivos os alunos identificam ao ler os roteiros das atividades? Em que extensão o conjunto de objetivos imaginados pelos autores de uma atividade é compreendido pelos alunos que a vivenciam e por outros professores? Como os propósitos e objetivos que orientaram o planejamento e seleção das atividades práticas: (i) foram apreendidos pelo professor da turma observada, (ii) foram transmitidos aos alunos, (iii) foram apreendidos pelos alunos, (iv) foram apreendidos por um conjunto de professores? Que importância o fato dos alunos não demonstrarem uma clara compreensão dos propósitos originais da atividade tem para o desenvolvimento dessa atividade? Essa não consciência dos objetivos poderia ter influenciado a aprendizagem dos alunos pretendida pelos professores da série?

## **PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO**

Para responder essas perguntas iremos analisar os registros de áudio e vídeo que obtivemos durante o processo de coleta de dados. Os dados deste trabalho foram colhidos em quatro etapas. Na primeira delas observamos, durante um semestre, as aulas de laboratório de Física de uma turma de primeiro ano do Ensino Médio. Na segunda etapa entrevistamos o professor que propôs as atividades para serem utilizadas junto aos alunos. Na terceira, entrevistamos os autores originais de uma das atividades monitoradas. Na quarta etapa, dois

grupos de professores de Física, selecionados de acordo com o tempo de magistério e a experiência docente em ministrar aulas de laboratório.

A dinâmica das aulas de laboratório consistia em atividades desenvolvidas em pequenos grupos, conduzidas pelo professor. Essa forma de organização tinha por objetivo, propiciar um ambiente de ensino aprendizagem que favorecesse o envolvimento e a atividades dos alunos, por meio do engajamento deles na realização de tarefas, mediadas pela interação com seus pares e com o professor.

Para a turma monitorada, utilizamos quatro diferentes tipos de instrumentos na coleta dos dados: gravações em áudio, gravações em vídeo, diário de bordo e registros escritos pelos alunos. Desta forma, no final de cada aula monitorada, tínhamos o registro escrito dos grupos sobre os objetivos da atividade e o registro em áudio e vídeo do desenvolvimento das atividades pelos grupos.

## **ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

Essa dissertação é composta por sete capítulos, além da introdução.

O primeiro capítulo apresenta uma breve revisão bibliográfica de estudos realizados na área de ensino de ciências, relativo ao mesmo tema de investigação: o desenvolvimento de atividades de laboratório na educação básica. Traçamos um histórico da utilização de atividades práticas no ensino de Ciências, nas escolas dos Estados Unidos, da Inglaterra e do Brasil enfatizando a utilização dessas atividades dos projetos educacionais da década de 60 (PSSC, BSCS, CEMS, NUFFIELD). Apresentamos também, as recomendações das propostas curriculares de Ciências e de Física dos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo em relação à utilização de atividades de laboratório.

O segundo capítulo é dedicado a apresentação das considerações metodológicas. Nele apresentamos uma descrição do processo de coleta e análise dos dados; do ambiente e dos sujeitos envolvidos na pesquisa; das atividades desenvolvidas durante nossa intervenção na sala de aula e dos instrumentos de coleta e análise dos dados.

No terceiro capítulo apresentamos uma análise sobre compreensão de dezessete grupos de alunos acerca dos objetivos da seqüência de atividade de laboratório desenvolvida pelas turmas da primeira série do ensino médio da escola onde colhemos nossos dados. Pretendemos com essa análise, responder a seguinte questão: Quais objetivos os alunos identificam ao ler os roteiros das atividades? Para isso, vamos analisar os registros escritos pelos grupos de alunos no início de cada aula de laboratório, no qual eles identificam os objetivos das atividades e registros de áudio referentes ao desenvolvimento dessas aulas.

No quarto capítulo apresentamos um estudo de caso da atividade “Medida do tempo de reação” que faz parte da seqüência de atividades analisadas nos dois capítulos anteriores. Pretendemos com essa análise responder a seguinte questão: Em que extensão o conjunto de objetivos imaginados pelos autores de uma atividade é compreendido pelos alunos que a vivenciam e por outros professores. Para responder essa pergunta, vamos analisar a entrevista realizada com os autores dessa atividade, que foi inicialmente elaborada na década de 70, a entrevista do professor que propôs essa atividade para ser utilizada no ano de 2000, os registros escritos e os registros de áudio dos alunos que desenvolveram essa atividade e uma entrevista com dois grupos de professores de Física, selecionados de acordo com o tempo de magistério e a experiência docente em ministrar aulas de laboratório.

No quinto capítulo, apresentamos uma análise da compreensão dos alunos sobre os propósitos e objetivos que os professores declararam para a seqüência de atividades. Pretendemos com essa análise responder a seguinte pergunta: Como os propósitos e objetivos que orientaram o planejamento e seleção das atividades práticas: (i) foram apreendidos pelo



professor da turma observada, (ii) foram transmitidos aos alunos, (iii) foram apreendidos pelos alunos, (iv) foram apreendidos por um conjunto de professores? Para realizar este estudo vamos analisar as entrevistas realizadas com o coordenador da série, com o professor da turma, os registros feitos pelos alunos durante as aulas práticas e o diário de bordo, que contém anotações e reflexões sobre fatos que presenciamos durante as aulas monitoradas e durante as reuniões de série das quais participamos.

No sexto capítulo, o foco de nossa atenção é o desenvolvimento das atividades pelos alunos e os momentos de aprendizagem ocorridos durante as aulas. Pretendemos responder as seguintes perguntas: Que importância, o fato dos alunos não demonstrarem uma clara compreensão dos propósitos originais da atividade tem para o desenvolvimento dessa atividade? Essa não consciência dos objetivos poderia ter influenciado a aprendizagem dos alunos pretendida pelos professores da série? Para responder essas perguntas, analisaremos as transcrições das fitas de áudio referente a um grupo de alunos, durante o desenvolvimento da seqüência de atividades.

No sétimo capítulo apresentamos as considerações finais destacando a relevância dos resultados encontrados e algumas implicações da nossa pesquisa para o ensino de ciências.

---

## **CAPÍTULO 1**

# **UMA VISÃO DA LITERATURA ATUAL SOBRE O PAPEL DO LABORATÓRIO NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

---

Neste capítulo apresentamos uma breve revisão bibliográfica sobre a utilização de atividades experimentais no ensino de Ciências. Produzimos um histórico da utilização das atividades de laboratório em alguns currículos de Ciências dos Estados Unidos, da Inglaterra e do Brasil com destaque para o modo como os projetos educacionais da década de 60 concebiam o uso destas atividades. Destacamos também, como a utilização de atividades de laboratórios é recomendada nas propostas curriculares recentes, estrangeiras e nacionais para o ensino de Ciências e Física.

### **1.1 HISTÓRICO DA UTILIZAÇÃO DE ATIVIDADES DE LABORATÓRIO NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

A atividade experimental constitui um eixo diferencial, característico do ensino de Ciências e muitos pesquisadores a consideram como uma ferramenta importante para o ensino de Ciências (BORGES, 1997; HODSON, 1988; 1993; MOREIRA, 1980; MILLAR, 1987; OSBORNE, 1995; SARAIVA, 1991; TAMIR, 1990). Devido à sua natureza investigativa, a atividade de laboratório vem sendo considerada como um eficiente método de ensino para a promoção de solução de problemas, observação de fenômenos naturais e literatura científica (ASSOCIAÇÃO AMERICANA PARA O AVANÇO DA CIÊNCIA, 1993).

Entretanto, mesmo sendo consenso entre a maioria dos pesquisadores e professores que o ensino experimental tem grande potencial educacional, o papel que esse ensino tem ocupado nos currículos de Ciências tem sido objeto de muita discussão.

O desenvolvimento de atividades experimentais no ensino de Ciências é uma proposta que vem sendo reafirmada há muito tempo. Segundo Gott & Duggan (1995), na Inglaterra, a atividade experimental surgiu em meados do século XIX. A partir dessa época, as escolas inglesas foram equipadas com material de laboratório, embora a ênfase fosse em atividades demonstrativas feitas pelo professor para ilustrar um conceito particular. Com o passar do tempo, as atividades de laboratório obtiveram grande reconhecimento pela comunidade científica passando a ser consideradas como essenciais para o ensino de Ciências. Os argumentos filosóficos dos trabalhos de grandes pesquisadores apontavam para uma abordagem heurística, na qual a criança era instruída a alcançar os resultados por ela mesma. No início do século XX o movimento heurístico começou a enfraquecer, pois a transferência do aprendizado do método científico para outra situação não era uma ocorrência comum, como havia sido esperado. A nova tendência baseava-se na crença de que os conceitos científicos poderiam ser descobertos pelo senso comum. O trabalho prático era desenvolvido como se estivesse seguindo uma receita para verificar teorias ou ilustrar conceitos, passando a ser considerado como rotineiro e repetitivo.

Nos Estados Unidos, segundo Martin (1999), as atividades experimentais começaram a ser desenvolvidas no começo da revolução industrial no início do século XIX. Em 1892, a Associação Nacional de Educação (NEA), formou um comitê de dez educadores para reavaliar e padronizar os cursos universitários. Este comitê desenvolveu um novo currículo em que o laboratório de Ciências era considerado como o melhor método para ensinar ciências como um exercício intelectual. Depois da Segunda Guerra Mundial o papel do laboratório no currículo de Ciências passou de meio para o desenvolvimento da mente através da investigação, como concebido pelo comitê dos dez, para o desenvolvimento de atividades estritamente de demonstração e ou atividades de “receitas de bolo”. O motivo dessa mudança foi o aumento das turmas, o aumento do volume de conteúdos para ensinar e a demanda para

cursos mais relevantes. Essa mudança reduziu as aulas de Ciências para lições do livro texto que estudantes deveriam memorizar, seguindo o modelo industrial de eficiência.

No Brasil, de acordo com Krasilchik (1987), a introdução de atividades de laboratório fazia parte das modificações curriculares sugeridas nas propostas do “Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova”, de 1932. O ensino de Ciências à época era teórico, livresco e memorístico. De acordo com o Manifesto, as aulas práticas deveriam propiciar atividades que motivassem e auxiliassem os alunos na compreensão dos conceitos. O “aprender fazendo” resumia a grande meta das aulas práticas, com intuito de dar ao estudante uma racionalidade derivada da atividade científica. No início dos anos cinquenta, organizou-se um movimento institucionalizado, com um grupo de professores universitários, que visava a melhoria do ensino de Ciências, de modo que se aprimorasse o ensino superior e, como consequência, contribuísse no processo de desenvolvimento nacional. Este grupo centrou esforços na atualização do conteúdo a ser ensinado e na preparação de material para as aulas de laboratório.

No cenário mundial, uma nova mudança no papel das atividades de laboratório aconteceu a partir de 1957, quando a União Soviética lançou o Sputnik, o primeiro satélite artificial em órbita na Terra. Com o lançamento do Sputnik, os americanos passaram a acreditar que o ensino de Ciências em seu país era menos eficiente que o soviético. Nesse sentido surgiram novas reformas educacionais. O governo dos Estados Unidos e a Associação Nacional de Professores de Ciência (NSTA), criaram a Fundação Nacional de Ciências (NSF) e o Conselho Nacional de Pesquisa (NRC) para fazer frente à ameaça tecnológica soviética. Com isso, os cientistas se engajaram no desenvolvimento de currículos de Ciências que preparasse novos cientistas para a corrida tecnológica do futuro (MARTIN, 1999).

As atividades de laboratório ganharam um papel central nas reformas curriculares dos anos 60, que foram materializadas nos projetos BSCS, CHEM e PSSC desenvolvidos nos

Estados Unidos e os cursos Nuffield de Biologia, Física e Química na Inglaterra, (BARBERÁ & VALDÉS, 1996). As atividades do tipo “receitas de bolo” foram substituídas por guias de investigações e abordagens por descoberta com uma grande ênfase no trabalho dos estudantes para coletar dados e tirar conclusões. As atividades de demonstração foram direcionadas para introduzir as características da pesquisa científica. A intenção era que os estudantes aprendessem como os cientistas trabalhavam. O professor, dessa forma, desempenhava um papel de apoio e de guia para que os alunos descobrissem novos conceitos.

Estes novos projetos incorporavam a idéia de que as atividades experimentais liderariam a formação e o aprendizado de conceitos e princípios, enquanto permitiam aos professores fornecer um ambiente de aprendizagem no qual pudessem orientar os estudantes a buscar o conhecimento. Apesar dos objetivos dos novos currículos de Ciências serem bem estabelecidos, os livros-texto e manuais de laboratório nem sempre refletiam esses objetivos.

Nos Estados Unidos, havia uma separação entre o material do livro a ser aprendido na sala de aula e o manual contendo os experimentos a serem executados nos laboratórios. Na Inglaterra, o Projeto Nuffield propôs um formato no qual o livro texto incluía os tópicos numa seqüência contínua de leituras e experimentos a serem executados de maneira que nenhuma das atividades pudesse ser ignorada. Somente os resultados da execução dos experimentos capacitavam os estudantes a continuar com um novo tópico. Este formato dava a certeza de que os experimentos seriam executados, seus resultados seriam discutidos e as conclusões pretendidas seriam alcançadas.

Os projetos da década de 60 propunham mudanças na ênfase do ensino, pois deixavam de abordar a Ciência meramente como um corpo de conhecimentos estático e passavam a tratá-la como uma atividade humana, acentuando de forma progressiva a experimentação através da utilização dos processos e procedimentos científicos. Pretendia-se que os estudantes gostassem das Ciências, tivessem certa noção da atividade dos cientistas e fossem

encorajados a prosseguir o estudo da Ciência num nível mais avançado. Entretanto, segundo Hodson (1988) os resultados sobre as posturas e interesses não confirmavam as expectativas.

Atualmente, existem várias pesquisas desenvolvidas sobre a utilização de atividades de laboratório no ensino de Ciências e são muitas as razões para se conduzir e publicar artigos sobre o laboratório de Ciências. Os educadores ainda estão de frente com o problema de ter que defender atividades de laboratório como componente essencial do currículo de Ciências e se empenham em pesquisas que mantenham suas crenças na contribuição significativa e única do trabalho prático.

A revisão feita por Lazarowitz & Tamir (1997), destaca quatro objetivos para ensinar Ciências através do trabalho de laboratório, que emergiram das pesquisas analisadas:

- 1°. *Os laboratórios de Ciências proporcionam experiências concretas e oferecem suporte para ajudar os estudantes a confrontar suas pré-concepções com os resultados dos experimentos.*
- 2°. *Os laboratórios de Ciências proporcionam oportunidades para manipulação de dados através do uso de microcomputadores.*
- 3°. *Os laboratórios de Ciências proporcionam oportunidades para o desenvolvimento de habilidades de pensamento lógico e organização, especialmente no que diz respeito a pontos importantes na compreensão das relações entre Ciências, Tecnologia e Sociedade.*
- 4°. *Os laboratórios de Ciências proporcionam oportunidades para a construção e comunicação de valores, especialmente aqueles relacionados com a natureza da Ciência.*

Essa revisão apresenta questões sobre percepção de estudantes e professores sobre atividades de laboratório. Aponta, ainda, falhas em pesquisas anteriores no que diz respeito à apresentação de resultados convincentes para a defesa desse tipo de atividade.

No Brasil, a atividade experimental não faz parte da rotina de todos os cursos de Ciências. Tanto no Ensino Fundamental como no Ensino Médio, os cursos estão estruturados de modo a enfatizar a solução algorítmica de problemas padronizados do tipo “lápiz e papel” e a memorização de regras, fatos e princípios.

Apesar disso, Araújo & Abib (2001) constataram um aumento significativo do número de artigos publicados no Brasil sobre a experimentação e um interesse acentuado por esse tipo de atividade. As diferentes tendências foram agrupadas nas seguintes categorias:

1) Atividade de demonstração: A principal característica atribuída a esse tipo de atividade é a possibilidade de ilustrar e tornar menos abstratos os conceitos físicos abordados, tornando o seu aprendizado mais interessante e agradável e favorecendo uma maior participação dos alunos.

2) Laboratório não estruturado e Experimentação qualitativa: Esse tipo de atividade é defendido como meio de investigação e/ou resolução de problemas, que pode facilitar o teste de hipóteses, propiciando o desenvolvimento da capacidade de observação, de descrição de fenômenos e até mesmo de reelaboração de explicações, o que favorece a reflexão e progresso intelectual dos alunos.;

3) Computadores: A utilização da experimentação associada ao uso de computadores é defendida como uma possibilidade de aproximação dos estudantes ao emprego de tecnologias modernas, reduzindo o tempo de coleta de dados e aumentando o tempo para interpretação dos resultados.

4) Cotidiano: A principal característica atribuída a esse tipo de atividade é a possibilidade de despertar o interesse dos estudantes com maior facilidade, explorando aspectos físicos presentes em situações do cotidiano.

5) Experimentos quantitativos: Essa abordagem foi uma das modalidades mais freqüentemente empregadas na experimentação. Para esse tipo de atividade são apontados vários objetivos, com destaque para a possibilidade de se comparar os resultados obtidos com valores previstos pelo modelo teórico:

1º) A verificação de leis e de seus limites de validades;

2º) A possibilidade de se introduzir conceitos relativos ao tratamento estáticos de dados;

3º) a utilização de instrumentos de medidas e a discussão de erros das medidas.

6) Física Moderna: Essa abordagem também considerada como contemporânea tem sido vista como uma tendência de ensino de Ciências. Essa abordagem é proposta como um meio de aproximação do estudante com os fundamentos da tecnologia atual, freqüentemente presente em sua vida cotidiana. Essa aproximação contribui para que os estudantes possam



compreender alguns conceitos básicos da Física Moderna envolvidos em vários aparatos tecnológicos.

Gomes (1997) apresenta algumas razões para explicar a falta de ênfase na experimentação como atividade pedagógica fundamental para o aprendizado das Ciências na maioria das escolas. Ele diz que esse problema pode estar ligado à falta de instalações adequadas, à idiosincrasia do professor de Ciências, ou ao fato de muitos equipamentos de laboratório serem caros, frágeis e difíceis de serem usados ou a forma como a atividade experimental vem sendo utilizada.

Entretanto, as discussões a respeito do ensino experimental têm mostrado que não basta apenas equipar as escolas com laboratórios e treinar os professores para usá-los com segurança, é preciso mudar a concepção e utilização da atividade experimental (SARAIVA, 1991). Em relação a sua utilização, Borges (1997), argumenta que as atividades tradicionais de laboratório não são eficientes do modo como vem sendo utilizadas. De maneira geral, neste tipo de atividades, o estudante gasta muito tempo com a “burocracia do trabalho experimental” ou seja, coleta de dados, preparação de tabelas, representação gráfica dos dados e cálculo dos erros experimentais. Pouco tempo sobra para a análise e interpretação crítica dos resultados obtidos. As atividades são fracamente relacionadas aos conceitos estudados e a maioria delas é pouco relevante do ponto de vista dos estudantes.

Por outro lado, em muitas escolas as atividades experimentais são concebidas como um mero recurso auxiliar para facilitar a transmissão de conhecimentos. Nesse caso, os principais objetivos apresentados para as atividades são: testar uma lei científica, ilustrar idéias e conceitos discutidos nas aulas teóricas. Segundo Tamir (1990), os alunos consideram esse tipo de atividade como eventos isolados e não como parte de uma série de experiências interligadas e orientadas à investigação de um determinado tema. O objetivo que eles atribuem às atividades é “obter a uma resposta certa”.

As discussões realizadas sobre o modo como as atividades práticas vêm sendo utilizadas nas escolas apontam para a existência de uma fundamentação epistemológica equivocada. Segundo Hodson (1988), as falhas dos cursos de Ciências em atingir as metas propostas com relação à compreensão da ciência pelos alunos, apresentam duas causas distintas: *as visões inadequadas dos professores sobre a natureza da ciência e um certo grau de confusão na postura filosófica implícita em muitos currículos contemporâneos de Ciências*

Saraiva (1986) salienta que, em nossas escolas ainda predomina, entre os professores de Ciências, uma visão indutivista-empirista que coloca a fonte do conhecimento exteriormente ao indivíduo, nos próprios objetos. Essa visão é identificada por Chalmer (1993) como indutivismo ingênuo. De acordo com o indutivista ingênuo, o conhecimento científico começa com a observação de fatos a partir dos quais produzimos afirmações a respeito do estado do mundo. Tais afirmações, por sua vez, levam a elaboração das leis científicas. Esta visão indutivista da ciência, que contempla o método científico como uma sucessão de passos discretos tem recebido numerosas e contundentes críticas. Segundo Borges (1997) essa concepção de ciência acaba por conferir ênfase na observação em detrimento das concepções prévias dos alunos. A tendência dos currículos escolares de atribuírem aos experimentos um papel indutivista falha em reconhecer e desenvolver a idéia que a experimentação é parte da construção de uma teoria e portanto, as modalidades dos experimentos utilizadas em qualquer estágio dependerão do nível de sofisticação da teoria já alcançada (HODSON, 1988).

Um outro motivo apontado pela literatura para explicar a “ineficácia” das atividades de laboratório é que os estudantes freqüentemente não conhecem os propósitos destas atividades. Alguns pesquisadores afirmam que o fato dos alunos não compreenderem o objetivo da atividade compromete o seu desenvolvimento. Tamir (1990) afirma que o objetivo percebido pelos alunos para a atividade prática é diferente do objetivo imaginado pelo

professor e que os alunos não conseguem entender a relação entre o propósito da investigação e o projeto da experiência que eles estão realizando. Tamir, (1990) e Borges (1997) afirmam que os professores freqüentemente não explicitam os objetivos das atividades e, quando o fazem, não se certificam que os alunos os entenderam. Hart et al. (2000) conclui que é importante para o desenvolvimento da atividade que os estudantes estejam conscientes dos propósitos das atividades e, para isso, é necessário que os professores explicitem os seus propósitos pedagógicos.

## **1.2 A ATIVIDADE DE LABORATÓRIO NAS PROPOSTAS CURRICULARES RECENTES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E FÍSICA**

Os autores de propostas curriculares e pesquisadores, no momento de propor recomendações para o ensino de Ciências, recomendam, como parte integrante do currículo, a utilização de atividades de laboratório, apesar de não haver um consenso sobre o papel das mesmas.

A Proposta Curricular Nacional da Inglaterra, do final da década de 80 e início da década de 90, apresentou uma modificação significativa em relação ao ensino experimental.

Segundo Moreira (1998):

*A incorporação, dentro de um currículo nacional, de um objetivo curricular ligado ao ensino experimental significou, por um lado, a consolidação de uma tradição do ensino inglês comprometido com a Ciência, como uma atividade envolvida com a descoberta, baseada na experimentação, meio de gerar novos conhecimentos e de compreender aspectos da natureza. Por outro lado, a experimentação deixou de exercer seu papel de contextualização e motivação para a aprendizagem em Ciências. Tornou-se um objetivo curricular, denominado Investigação Científica.... (p.112)*

Os programas curriculares desenvolvidos nos Estados Unidos a partir da década de 80 apresentam os métodos científicos e tecnológicos como questões e problemas. As atividades

de laboratório nesses programas são recomendadas para favorecer oportunidade de responder questões, problemas e desenvolver habilidades de tomada de decisões (FONSECA , 2001).

A Associação Americana para o Avanço da Ciência publicou um livro sobre a formação científica. Neste livro é apresentado um conjunto de recomendações para o ensino de Ciência. A atividade de laboratório, devido sua natureza investigativa, é considerada como um eficiente método de ensino para a promoção de solução de problemas, observação de fenômenos naturais e literatura científica (AAAS, 1993)

No Brasil, as reflexões pedagógicas atuais parecem estar embasadas em discussões sobre propostas de ensino baseada em competência. Apesar dessas discussões envolverem todas as áreas de ensino, a compreensão do processo de desenvolvimento de competências e sua relação com o desenvolvimento de atitudes e habilidades, parecem não estar ainda bem estabelecido.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências (PCNs) do 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental/98 vislumbram como objetivo para ensino de Ciências, proporcionar oportunidades para que o aluno desenvolva competências que lhe permitam compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica. Nesse sentido, sugere que o ensino de Ciências deva-se organizar de forma que, ao final do Ensino Fundamental, os alunos desenvolvam algumas capacidades, dentre as quais se destacam:

- ✓ *Elaborar individualmente e em grupo relatos orais e escritos, perguntas e suposições acerca do tema em estudo, estabelecendo relações entre as informações obtidas através de trabalhos práticos e de textos, registrando suas próprias sínteses mediante tabelas, gráficos, esquemas, textos ou maquetes.*
- ✓ *Confrontar as diferentes explicações individuais e coletivas, inclusive as de caráter histórico, respeitando as opiniões, para reelaborar suas idéias e interpretações.*
- ✓ *Elaborar perguntas e hipóteses, selecionando e organizando dados e idéias para resolver problemas.*

A atividade de laboratório é apresentada nos PCNs de Ciências como uma das orientações didáticas gerais que tem como finalidade subsidiar o professor no planejamento e intervenção no processo de ensino aprendizagem, para proporcionar aos alunos o desenvolvimento destas capacidades.

Em relação à utilização da atividade experimental, os PCNs ressaltam a possibilidade da ampliação dos desafios propostos aos alunos. Nesse sentido, sugerem que os alunos construam o seu próprio experimento e salientam que:

*Como fonte de investigação sobre fenômenos e suas transformações, o experimento tende a se tornar mais importante, quanto mais os alunos participam na confecção de seu guia ou protocolo, realizam por si mesmos as ações sobre os materiais e discutem os resultados, preparam o modo de organizar as anotações e as realizam (pág.112).*

Entretanto, ressaltam que os professores devem conduzir a atividade de tal forma que, durante a análise ou a construção do experimento, os alunos ganhem consciência de características básicas de um experimento. O isolamento do sistema, o reconhecimento e teste de variáveis, o controle na coleta de dados e a interpretação de medidas devem ser discutidos com os alunos. Também deve ficar claro o objetivo do experimento, suas limitações e as explorações possíveis.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (1999) vislumbram como objetivo para o ensino das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, a promoção de mudanças nas concepções de mundo dos educandos e nos instrumentos que utilizam para a compreensão da realidade aumentando as possibilidades de interação do sujeito-educando com o meio que o cerca, através do aprendizado de conhecimentos historicamente produzidos e sistematizados pela ciência. Desta forma sugere que ao final do Ensino Médio, os alunos desenvolvam algumas capacidades, dentre as quais destacamos:

- ✓ *Formular questões a partir de situações reais e compreender-las já enunciadas.*
- ✓ *Utilizar instrumentos de medição e cálculo.*

- ✓ *Formular hipóteses e prever resultados.*
- ✓ *Interpretar e criticar resultados a partir de experimentos e demonstrações.*
- ✓ *Entender e aplicar métodos e procedimentos próprios da ciência.*
- ✓ *Construir e investigar situações problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar, analisar previsões.*

As intenções e diretrizes da Proposta Curricular de Ciências para o Ensino Fundamental (SEE/MG, 1998) e Médio do Estado de Minas Gerais (SEE/MG, 1998) e do Estado do Espírito Santo (SEDU/ES, 2000) foram consolidadas numa proposta de currículo constituído por Unidades Temáticas. As Unidades Temáticas pretendiam ser unidades relativamente autônomas e organizadas em torno de atividades teórico-práticas. Envolvendo os seguintes movimentos:

- ✓ *Problematização da realidade e dos conhecimentos prévios dos estudantes;*
- ✓ *Produção, sistematização e organização de conhecimentos;*
- ✓ *Aplicação e generalização dos conceitos desenvolvidos.*

As Unidades Temáticas pretendiam enfatizar a transformação dos contextos de vivência, dos problemas da contemporaneidade e da prática social dos sujeitos do processo escolar em objetos de estudo, investigação e intervenção.

A recomendação para utilização das atividades experimentais, na proposta curricular do Estado do Espírito Santo é destacada da seguinte forma:

*Os experimentos e atividades práticas, necessárias para o desenvolvimento dessa ênfase curricular, podem estar orientados para o desenvolvimento de “coisas” que funcionam e têm propósito definido.*

Levando em consideração as recomendações para utilização de atividades experimentais nos currículos de Ciências e a quantidade de publicações que enfocam a utilização de atividades experimentais, podemos defender que ainda é muito relevante a investigação sobre esse tipo de atividade. Sem defender a utilização de atividades

experimentais como solução para as dificuldades de aprendizagem apresentadas pelos alunos e levando em consideração a diversidade de fatores que interfere na aprendizagem, compartilhamos a crença de muitos pesquisadores em relação ao grande potencial das atividades experimentais como meio de promover melhorias no ensino de Ciências e Física.

---

## **CAPÍTULO 2**

### **CONSIDERAÇÕES METODOLÓGICAS: COLETA E ANÁLISE DOS DADOS**

---



## 2.1 - A CONSTRUÇÃO DO PERCURSO

Definir o foco de uma pesquisa significa assumir escolhas, a partir das quais decidimos o que deixar como pano de fundo e o que abandonar ao longo do percurso. Narrar esse processo de forma sucinta nos permitirá entender melhor o processo de construção de pesquisa.

As questões que fizemos no momento da elaboração do nosso projeto de pesquisa apontavam para um foco diferente do que apresentamos aqui. Já havíamos feito uma revisão bibliográfica sobre o tema do nosso trabalho e as pesquisas existentes indicavam as atividades de laboratório como parte importante do ensino das Ciências. No mesmo momento surgiram as propostas de ensino baseado no desenvolvimento de competências. Isso nos levou a olhar a atividade de laboratório orientada como investigação como uma alternativa metodológica capaz de contribuir para que os alunos construam, de forma progressiva, algumas das competências e habilidades apresentadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais. Inicialmente, prevíamos investigar o processo de desenvolvimento de habilidades e capacidades relacionadas à compreensão dos objetivos propostos nas atividades, ao aumento da capacidade de argumentação, a elaboração de hipóteses e tomada de decisões, utilizando uma proposta de ensino estruturada em atividades práticas desenvolvidas com alunos da última etapa do Ensino Fundamental.

Quando começamos a fazer contatos com alguns professores para tentar viabilizar a coleta de dados para essa pesquisa, nos deparamos com algumas dificuldades. Praticamente, em quase todas as escolas com as quais fizemos contato, o desenvolvimento de atividades práticas de qualquer grau de complexidade não era bem disseminado. Por isso, já não era

viável fazer um estudo apenas de natureza observacional sobre o tema a que nos propúnhamos a estudar. Decidimos, então, que nosso trabalho deveria ser um estudo de intervenção, no qual teríamos que modificar e adaptar as aulas planejando-as juntamente com o professor. Na ocasião, começamos a organizar uma seqüência de ensino formada por atividades experimentais para viabilizar a pesquisa.

Para o desenvolvimento desta pesquisa pretendíamos que a turma fosse dividida em pequenos grupos de trabalho. O professor participaria juntamente com a pesquisadora na escolha do tema a ser trabalhado, no planejamento das atividades e em sua execução, bem como nas avaliações do andamento dos trabalhos. Estávamos propondo a utilização de uma aula de laboratório por semana para o desenvolvimento das atividades experimentais concebidas como investigação.

Com esse projeto inicial, começamos a fazer contato com alguns professores tentando negociar a aplicação desta seqüência de ensino. Mas as dificuldades que encontrávamos eram quase sempre as mesmas: o programa de ensino era muito extenso e o desenvolvimento destas atividades iria dificultar o cumprimento do programa; as turmas eram bem cheias e não podiam ser divididas para o trabalho de laboratório, pois essa divisão gastaria duas aulas para desenvolver apenas uma atividade.

### **2.1.1 - O ESTUDO PILOTO**

Após algumas negociações, em abril de 1999, começamos a desenvolver o estudo piloto. Neste estudo a condição de que a turma fosse dividida em pequenos grupos de trabalho não foi cumprida. O professor que aceitou participar da pesquisa não considerou que essa divisão fosse viável para o desenvolvimento de suas aulas. Assim, abrindo mão dessa condição, começamos a desenvolver a pesquisa.

Os sujeitos que estavam participando do estudo, de acordo com nossa expectativa, eram estudantes do último ano do Ensino Fundamental. Estes estudantes eram de uma escola particular do segmento confessional, situada em um bairro da região noroeste de Belo Horizonte, constituindo um universo de cento e vinte e nove alunos, os quais estavam distribuídos em três turmas. Cada turma tinha duas aulas de Física por semana, sendo que uma das aulas, atendendo ao nosso pedido, foi desenvolvida no laboratório e, nessas aulas, a turma trabalhava inteira e se dividia em sete grupos de seis alunos. Antes da nossa intervenção, estes alunos freqüentavam o laboratório muito esporadicamente.

Após o desenvolvimento da primeira atividade, avaliamos que não seria possível desenvolver a seqüência de ensino conforme havíamos planejado. A aula foi muito tumultuada, o professor não conseguia dar assistência a todos os grupos, os alunos ficaram muito dispersos e a qualidade das gravações das fitas de áudio e vídeo foram muito ruins, ficaram cheias de ruídos e praticamente inaudíveis. Entretanto, devido ao nosso compromisso com os alunos, com o professor e com a direção pedagógica da escola continuamos a intervenção até o final do bimestre. Neste período foram desenvolvidas oito atividades experimentais em igual número de semanas, sobre o tema eletricidade.

Baseando neste estudo, começamos a refinar o recorte empírico do nosso trabalho. E passamos a centrar nossa atenção na compreensão dos alunos sobre os objetivos das atividades que eles estavam desenvolvendo. Entretanto, sem ter um problema claramente estruturado fomos para a coleta de dados definitiva, dando ao nosso trabalho um cunho mais naturalístico.

## **2.2 – CONSTRUÇÃO DOS DADOS DA PESQUISA**

Após desenvolvermos o estudo piloto, reorientamos nosso projeto de pesquisa a partir de um novo desenho. Nesse novo desenho decidimos acompanhar o desenvolvimento de atividades de laboratório em uma das poucas escolas com tradição no trabalho experimental de Belo Horizonte. Procuramos o professor coordenador do primeiro ano do Ensino Médio dessa escola e o apresentamos nosso projeto de pesquisa. Esse coordenador se demonstrou muito receptivo ao nosso trabalho. Assim, no início do ano letivo de 2000, começamos a coletar os dados da nossa pesquisa.

### **2.2.1 - DESCRIÇÃO DO AMBIENTE E DOS SUJEITOS ENVOLVIDOS NA COLETA DE DADOS**

A escola onde desenvolvemos nossa pesquisa é uma escola pública federal que tem como finalidade ministrar o ensino profissional em nível técnico. Em decorrência das mudanças introduzidas pela LDB, tal escola oferece o ensino médio regular, com entrada na primeira série e, por isso, o ensino profissional é desenvolvido concomitante ao ensino médio.

O espaço físico desta escola possui uma biblioteca com um bom acervo, laboratórios muito bem equipados e salas com ambientes adequados para cada uma das disciplinas do currículo. Os professores organizam seus trabalhos em setores que congregavam disciplinas afins. O corpo docente era qualificado e experiente. No momento em que o estudo foi realizado, o setor de Física era composto por onze professores, sendo sete efetivos e quatro substitutos. Dos setes professores efetivos, cinco possuíam o título de Doutor, um o título de Mestre e um o título de Especialista. O professor regente de uma das turmas que foi monitorada era substituto e cursava o mestrado em educação. O professor da outra turma era efetivo e tinha a titulação de doutor.

No ano de 2000 foram quatro os professores das turmas de primeiro ano e um deles assumiu a função de coordenador. Semanalmente o coordenador realizava uma reunião, com todos os professores das turmas de primeiro ano, para planejar e discutir aulas e provas, bem como as atividades de laboratório. Nesta reunião, eram realizadas as montagens das práticas e o professor coordenador dava dicas de como conduzir melhor as atividades, enfatizando os principais pontos a serem explorados, bem como possíveis discussões que poderiam ser desenvolvidas junto aos alunos.

As turmas de primeiro ano eram formadas, em média, por 35 alunos com idade entre 15 e 16 anos.

Cada turma tinha quatro aulas de física por semana, com de 50 minutos de duração. Quinzenalmente, duas destas aulas eram desenvolvidas no laboratório em aulas com a duração de 1 hora e 40 minutos. Para o desenvolvimento destas aulas, as turmas eram subdividas em duas. Acompanhei duas subturmas com professores diferentes. Normalmente, as aulas sempre começavam com um pouco de atraso, apesar dos professores estarem na sala pontualmente.

A sala de laboratório possuía seis mesas para o trabalho em grupo, duas pias, estantes para os alunos guardarem suas mochilas e um quadro de giz. Os materiais que os alunos precisavam para desenvolver a atividade eram colocados sobre a mesa do professor e cada grupo buscava o seu à medida que ia precisando.

O livro de física utilizado nas turmas da primeira série do ensino médio, neste ano letivo foi MÁXIMO & ALVARENGA. **Curso de Física**, v.1 – 5. ed. Editora Scipione, 2000.

No primeiro dia de aula do ano letivo de 2000, cada aluno recebeu uma circular contendo o nome dos professores de física de cada uma das sete turmas de primeiro ano, o horário das aulas de física e as normas do curso. Na parte das normas estavam especificados três tipos de atividades que seriam desenvolvidas ao longo do curso:

- a) ***Em classe:** envolvem leitura, compreensão de textos, discussões, demonstrações experimentais, resolução de problemas e, com menor ênfase, exposições do professor.*
- b) ***Extra classe:** são atividades complementares: leituras prévias, pesquisas, projetos, resolução de problemas, etc.*
- c) ***De laboratório:** são investigações e experimentos que envolvem procedimentos de medidas, observações, registro e análise de dados, demonstrações e simulações.*

Os dados que vamos analisar nesta dissertação foram colhidos em quatro etapas. Na primeira delas observamos, durante quatro meses, as aulas de laboratório de duas turmas de primeiro ano do Ensino Médio. Na segunda etapa, entrevistamos o coordenador de série que propôs a seqüência de atividades desenvolvidas ao longo do semestre. Realizamos essa entrevista com o intuito de conhecer os seus propósitos pedagógicos no momento de elaboração dessas atividades. Na terceira etapa, entrevistamos dois professores que escreveram originalmente a primeira atividade dessa seqüência. O nosso intuito era conhecer os propósitos pedagógicos desses autores no momento da elaboração dessa atividade para podermos compará-los com os propósitos do coordenador, bem como, com os propósitos identificados pelos alunos que desenvolveram essa atividade e por outros professores. Na quarta etapa, entrevistamos dois grupos de professores de Física, selecionados de acordo com o tempo de magistério e a experiência docente com aulas de laboratório. Essa entrevista tinha como objetivo, identificar os propósitos que professores reconheciam para essas atividades.

### **2.2.2 - A PRIMEIRA ETAPA DA COLETA DE DADOS: O MONITORAMENTO DAS AULAS**

No semestre foram desenvolvidas, em cada subturma, seis atividades distintas de laboratório. Para isso, utilizamos quatro diferentes tipos de instrumentos: questionário sobre os objetivos, que os alunos preenchiam, gravações em áudio, em vídeo e diário de bordo.

O questionário foi uma folha entregue em separado para os alunos com a seguinte pergunta: *No entendimento do grupo, quais são os objetivos dessa atividade?* O professor regente orientou os alunos que fizessem uma leitura completa do roteiro e depois registrassem nessa folha o consenso do grupo sobre os objetivos da atividade. Essa orientação foi dada aos alunos especialmente para a nossa coleta de dados. Essa folha era recolhida no final de cada atividade.

Para as gravações em áudio utilizamos gravadores pequenos colocados em cima da mesa de cada grupo. Estes gravadores eram ligados no momento em que os alunos começavam a ler o roteiro das atividades.

As gravações em vídeo foram feitas apenas com um grupo escolhido de forma aleatória. Este grupo, também foi gravado em fitas de áudio.

No diário de bordo, a pesquisadora fazia os registros dos fatos que aconteciam durante as aulas, bem como suas impressões sobre as atitudes dos alunos em relação às atividades. Esperávamos com isso obter o máximo de material possível sobre o desenvolvimento das atividades pelos alunos.

No final de cada aula monitorada, tínhamos seis fitas gravadas em áudio e uma fita de vídeo. Não fizemos a transcrição de todas, pois isso demandaria um tempo muito grande. Por isso, escolhemos apenas duas fitas aleatoriamente, de cada subturma para podermos fazer as transcrições. Estas fitas eram correspondentes sempre aos mesmos grupos.

As gravações estavam com ruídos e isso dificultava o entendimento das falas dos alunos. Esses ruídos eram produzidos tanto no interior da sala, pelas discussões dos outros grupos, quanto na parte externa, pois as janelas davam direto para o rol de entrada do colégio e para a porta de um corredor por onde passavam muitas pessoas.

### **2.2.3 - A SEGUNDA ETAPA DA COLETA DE DADOS: ENTREVISTA COM O COORDENADOR.**

Nessa segunda etapa, foi realizada uma entrevista com o coordenador, que era responsável por propor as atividades que seriam desenvolvidas pelas turmas de primeiro ano. Realizamos essa entrevista com o intuito de identificar os propósitos pedagógicos que ele atribuiu as atividades que monitoramos. Essa entrevista ocorreu posteriormente ao encerramento do semestre letivo no qual acompanhamos e registramos as atividades.

Para iniciar essa entrevista solicitamos ao coordenador que explicitasse as razões que o levaram a escolher aquelas atividades. Nós o informamos de que tínhamos o interesse em saber como ele havia organizado as atividades e que tipo de objetivos de aprendizagem ele esperava alcançar. Depois desta orientação, o coordenador discorreu sobre cada atividade, praticamente, sem interrupções. Para registrar a entrevista, utilizamos apenas um gravador de áudio.

Pretendíamos com essa entrevista, obter material para compararmos com os registros escritos pelos alunos sobre os objetivos que eles identificaram para as atividades e com os objetivos identificados por outros professores de física. Nossa intenção era verificar em que extensão os objetivos identificados por alunos e professores coincidiam com os propósitos pedagógicos do coordenador.

### **2.2.4 - A TERCEIRA ETAPA DA COLETA DE DADOS: ENTREVISTA COM DOIS PROFESSORES QUE ESCREVERAM ORIGINALMENTE A PRIMEIRA ATIVIDADE MONITORADA**

A primeira das seis atividades propostas pelo coordenador para ser desenvolvida no primeiro semestre de 2000, vinha sendo utilizada há muitos anos nessa escola. Tal atividade foi elaborada originalmente por um grupo de professores dessa escola no final da década de



70, e também foi incorporada num curso de atualização de professores de ciências do Estado de Minas Gerais no início da década de 90. Por isso, após a entrevista com o coordenador, decidimos procurar dois professores que participaram da elaboração dessa atividade, para conhecer seus propósitos pedagógicos ao escrevê-la e poder compará-los com os propósitos do coordenador, e os propósitos identificados pelos alunos e outros professores de física.

As entrevistas com os dois professores ocorreram em momentos distintos. Nas duas entrevistas, procedemos de maneiras semelhantes, ligamos o gravador e pedimos para os professores falarem sobre os motivos que os levaram a escrever tal atividade, os propósitos que eles tinham naquele momento, e eles discorrem praticamente sem interrupções. Depois, apresentamos a eles o roteiro da atividade organizado pelo coordenador no ano de 2000 e pedimos que identificassem os objetivos daquela atividade, e eles novamente discorrem praticamente sem interrupção de nossa parte.

#### **2.2.5 - A QUARTA ETAPA DA COLETA DE DADOS: ENTREVISTA COM OS PROFESSORES NOVATOS E COM OS PROFESSORES MAIS EXPERIENTES.**

Na quarta etapa da pesquisa, foram entrevistados quatro professores com muito tempo de experiência docente e seis professores menos experientes. Esses professores foram selecionados a partir da disponibilidade e disposição que eles apresentaram para fazer a entrevista. Entretanto, para convidar cada professor, utilizamos um critério: os professores mais experientes deveriam ter muito tempo de experiência docente e prática em utilizar atividades de laboratório e os professores menos experientes deveriam ter pouco tempo de experiência docente e não usar atividade de laboratório com frequência. O professor regente que conduziu as aulas de laboratório monitoradas durante o primeiro semestre de 2000, não possuía muita experiência em sala de aula, por isso, nós o incluímos no grupo de professores menos experientes. A orientação fornecida a todos os professores foi a mesma. Eles deveriam

ler o roteiro e identificar os objetivos da atividade. Devido à falta de disponibilidade, três dos professores “menos experientes”, optaram por identificar os objetivos da seqüência de atividades através de registros escritos. Os demais professores participaram de uma entrevista, individual, registrada através de um gravador de áudio.

### **2.3 – ATIVIDADES DESENVOLVIDAS**

Nas turmas que monitoramos, a dinâmica das aulas de laboratório consistiu em atividades desenvolvidas em pequenos grupos, conduzidas pelo professor com metade da turma. Em nosso ponto de vista esta forma de organização propicia um ambiente de ensino aprendizagem que favorece o envolvimento dos alunos, contribuindo para o engajamento deles na realização das tarefas, que é mediada pela interação com seus pares e com o professor. Para o desenvolvimento das aulas de laboratório, as turmas eram divididas em duas subturmas. Nós acompanhamos duas subturmas, com professores diferentes. Apesar da duração de 1 hora e 40 minutos para cada aula de laboratório, nunca sobrava tempo para o professor promover discussões com toda a classe no final dos trabalhos, para refletir sobre as conclusões dos grupos, bem como explicitar os pontos de vistas e as questões pendentes.

As atividades que monitoramos estão inseridas nos conteúdos de cinemática e dinâmica. São elas: Medidas de Tempo e Espaço; Movimento Uniforme; Movimento Uniformemente Variado; Movimento Circular Uniforme e Dinamômetros. As descrições que apresentaremos nesta seção sobre o que aconteceu durante as aulas se baseiam em nossas anotações feitas no diário de bordo.

### 2.3.1 - ATIVIDADE 1: MEDIDAS DE TEMPO E ESPAÇO

No cronograma distribuído pelo coordenador aos outros professores do primeiro ano, esta atividade se insere na discussão do capítulo 1 do livro texto: *Algarismos significativos*. A atividade se divide em duas partes:

- A primeira, intitulada “Medida do tempo de reação para sentir e agir com as mãos”, consiste na turma formar um círculo de mãos dadas. Uma das pessoas estando com o cronômetro em uma das mãos, dispara o cronômetro ao mesmo tempo em que aperta a mão do companheiro ao lado. Este, ao sentir o aperto, aperta a mão do companheiro seguinte. Assim, o sinal desloca-se ao longo de toda a roda até atingir novamente a mão da pessoa que está com o cronômetro. Foram feitas várias medidas para determinar o valor médio do tempo de reação por uma pessoa.

- A segunda parte, intitulada “Medidas de grande distância”, consiste em medir o tamanho de um objeto distante utilizando uma régua colocada verticalmente a uma certa distância do olho (com os braços esticados). A seguir apresentamos o roteiro da atividade na íntegra.

## Medidas de Tempo e Espaço

1ª Parte: Medida do tempo de reação para sentir e agir com as mãos

Material: - 1 régua milimetrada de 1m

- 1 cronômetro

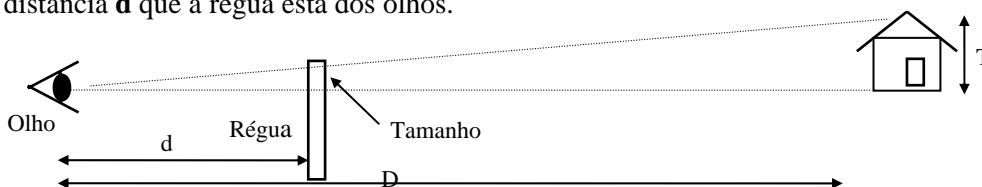
- 1 – Forme uma roda de pessoas de mãos dadas para medir o tempo médio de reação de cada uma delas. Uma das pessoas, estando com um cronômetro numa das mãos, dispara o cronômetro ao mesmo tempo em que aperta a mão do companheiro ao lado. Este, ao sentir o aperto, aperta a mão do companheiro seguinte. Dessa forma o sinal desloca-se ao longo da roda.
- 2 - Faça várias medidas deste tempo de reação e determine o seu valor médio.
  - A) Como determinar o tempo médio de reação, por pessoa, entre sentir e agir ?
  - B) O que pode alterar esse resultado ?
  - C) O que pode causar erro nesta medida ?
  - D) Por que é que o sentir e o agir não são instantâneos ?
  - E) Você acha que a velocidade (em km/h) dos impulsos nervosos é mais próximo de 1, 10, 100 ou 1000, isto é, qual é a ordem de grandeza desta velocidade ?
- 3 - Meça a velocidade dos impulsos nervosos.
  - F) Justifique a diferença entre a sua previsão e a sua medida.

2ª Parte: Medidas de grande distância

Material:

- 1 régua milimetrada de 1 m
- 1 trena de 20 m

- 4 - Podemos medir o tamanho de um objeto distante se sabemos a distância dele até nós ou determinar a distância dele até nós se sabemos o seu tamanho. Para isto, utilizamos uma régua colocada verticalmente a uma certa distância do olho (com os braços esticados) e medimos o seu “tamanho aparente”,  $t$  (de uma casa distante, por exemplo, como na figura). Este tamanho aparente depende da distância  $d$  que a régua está dos olhos.



Através do ângulo de visão formam-se dois triângulos semelhantes. A proporcionalidade de suas

dimensões é:  $\frac{d}{D} = \frac{t}{T}$

Conhecendo-se três destas distâncias pode-se calcular a quarta.

- 5 - Usando este procedimento, meça (indiretamente) a distância do bebedouro que fica ao lado da porta do laboratório, até a porta do setor de Química que está no final do corredor. A altura entre o chão e a borda superior da porta ( $T$ ) é de 2,30 m.
- 6 - Confira esta distância medindo-a com a trena.
  - G) Quais são as fontes de erro nos processos indiretos de medir distâncias e quais as maneiras de melhorá-los?
  - H) Você pode usar este processo para calcular a distância entre a Terra e a Lua desde que você conheça o diâmetro da Lua ( 3.480 km). Para se medir grandes distâncias por que é conveniente colocarmos a régua o mais distante possível dos olhos?
  - I) Se você observa que um homem, no alto de um morro, mede aparentemente 2 cm (visto entre os dedos polegar e indicador, com o braço esticado), qual a distância dele até você ? Que suposições você deve fazer para realizar este cálculo?
  - J) Você acha que o tamanho aparente da lua cheia é mais próximo de: 1cm, 10 cm, 30 cm, 60 cm ou 100 cm? Justifique.

Nesta primeira aula de laboratório, o professor da turma solicitou que os alunos se dividissem em pequenos grupos com mais ou menos três componentes e informou a eles que estes grupos deveriam ser fixos até o final do semestre. Foram formados cinco grupos compostos por três integrantes, que identificamos posteriormente com números de 1 a 5. Os grupos 1 e 4 eram formados por duas meninas e um menino, os grupos 2 e 5 eram formados apenas por meninos e grupo 3 por dois meninos e uma menina. Logo após a formação dos grupos, fui apresentada oficialmente à turma, pois já havia tido contato com boa parte daqueles alunos durante a aula da outra subturma. Expliquei detalhadamente o motivo da minha presença ali, a necessidade que tinha de acompanhar todas as aulas de laboratório deles durante o primeiro semestre e a necessidade de registrá-las em fitas de áudio e vídeo. Depois dessa apresentação, o professor conduziu o desenvolvimento da atividade junto aos alunos

Inicialmente, os alunos fizeram apenas alguns comentários com espírito de brincadeiras a respeito da filmadora e dos gravadores de áudio, mas a partir do momento em que a câmera de vídeo foi ligada tornou-se nítido o constrangimento deles.

Os integrantes do grupo 1 olhavam constantemente para a câmara, acenavam para ela, riam, brincavam com o microfone e viravam para conversar com o outro grupo. O professor ficava passando pelos grupos enquanto eles liam o roteiro. Os grupos identificaram os objetivos da atividade logo no início da aula e entregaram a folha com os registros para o professor.

Depois, o professor distribuiu o cronômetro e a trena para cada grupo. Pediu que eles investigassem o funcionamento dos dois instrumentos de medida. Depois de um certo tempo, o professor chamou os grupos para formarem uma única roda para colher as medidas necessárias para o desenvolvimento da primeira parte da atividade. Em nenhum momento o professor discutiu, explicitamente, os objetivos da atividade com a turma.

Os alunos formaram o círculo sem tumulto e começaram a fazer as medidas. Eles tiveram dificuldades para fazer a leitura do cronômetro (analógico). Vários alunos se juntaram para fazer a leitura corretamente, entretanto, continuaram na dúvida e o professor precisou ajudá-los. Também apresentaram dificuldades na segunda medida e novamente o professor precisou ajudá-los. As leituras do restante das medidas foram tranqüilas. Eles fizeram várias medidas com procedimentos diferentes (mais juntos, mais afastados, de olhos fechados, pois o professor comentou que talvez isso interferisse no resultado). Esta parte da atividade durou aproximadamente uns 10 minutos. Depois os grupos foram para as mesas para analisar as medidas obtidas. Durante a realização da atividade, os grupos 2 e 5 estavam muito dispersos, brincaram muito com o gravador. Não houve nenhum momento em que o professor discutisse explicitamente os objetivos da atividade, nem houve tempo para uma discussão de fechamento da atividade.

### **2.3.2 - ATIVIDADE 2: MOVIMENTO UNIFORME: O CAMINHAR DE UMA PESSOA E O MOVIMENTO DE CARRINHOS A PILHA**

Esta atividade foi trabalhada paralelamente ao uso do capítulo 2 “Movimento retilíneo” do livro texto e também se dividia em dois momentos. Um deles consistia em determinar a velocidade de uma pessoa andando no corredor do laboratório. O outro, consistia em fazer o estudo do movimento de um caminhão e um trator à pilha, movendo-se ao longo de uma pista de madeira. Para realizar estes estudos os alunos foram solicitados a montar uma tabela e fazer o estudo do gráfico desses movimentos. O roteiro dessa atividade é apresentando a seguir.

## MOVIMENTO UNIFORME

### O caminhar de uma pessoa e o movimento de carrinhos a pilha

Material:

- 1 trena de 20 m
- 1 cronômetro
- 1 pista de madeira de 2 m
- 1 régua de 1m
- 1 “trator” de brinquedo à pilha
- 1 “caminhão” de brinquedo à pilha

1) Usando a trena e o cronômetro determine sua velocidade, em m/s, andando normalmente no corredor ao lado do laboratório. Essa velocidade corresponde a quantos km/h?

A) Faça uma previsão de quanto tempo você gastaria, com o mesmo ritmo, para percorrer uma distância de 38 m.

2) Meça o tempo gasto para você percorrer a distância do bebedouro que fica ao lado da porta do laboratório até o final do corredor, laboratório de Química (38 m), mantendo o mesmo ritmo do item 1. Compare o resultado com sua previsão anterior.

3) Coloque o “caminhão” na pista de madeira e meça o tempo gasto para ele se deslocar em diferentes intervalos de distância. Monte uma tabela com as medidas obtidas, considerando como referência zero das distâncias, a primeira marca da pista.

D (cm)	0	40	80	120	160
t (s)	0				

4) Coloque o “trator” na pista de madeira e meça a distância percorrida por ele em intervalos iguais de tempo (de 4 em 4 s). Monte uma tabela com as medidas obtidas, considerando como referência zero das distâncias, a primeira marca da pista.

5) Construa o gráfico D em função de t ( $D \times t$ ), em papel milimetrado traçando as duas “curvas” na mesma folha, usando as mesmas escalas.

B) Calcule as inclinações das retas do gráfico e explique o seu significado.

C) Escreva a equação horária do movimento do caminhão.

D) Escreva a equação horária do movimento do trator.

E) Faça uma previsão do tempo gasto para cada brinquedo percorrer uma distância de 95 cm.

Confirme sua previsão medindo diretamente na pista.

F) Calcule o tempo que o “trator” gastaria para percorrer 5m.

G) Calcule a distância que o “caminhão” percorre em meio minuto.

H) O caminhão e o trator podem ser considerados partículas? Justifique.

Inicialmente o professor entregou o roteiro para os alunos e explicou como seria a dinâmica da aula. Ele pediu que três grupos começassem medindo a velocidade de uma pessoa andando no corredor em frente ao laboratório e que os outros dois grupos começassem pelo estudo dos movimentos dos carrinhos à pilha dentro do laboratório, pois tinham apenas duas montagens para a realização da atividade dos carrinhos. A aula foi muito “barulhenta”, pois os dois carrinhos fizeram muitos ruídos e os grupos ficaram transitando no interior do laboratório. Depois que todos os grupos colheram os dados, a aula ficou bem menos barulhenta. O grupo monitorado com a câmara de vídeo trabalhou concentrado durante toda a aula. Os alunos de uma maneira geral não apresentaram grandes dificuldades no desenvolvimento da atividade.

### **2.3.3 - ATIVIDADE 3 - MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO**

Esta atividade também foi trabalhada paralelamente ao uso do capítulo 2 do livro texto, e consistia em fazer o estudo do movimento de um carrinho que descia em um plano inclinado. No topo desse plano foi acoplado um marcador de tempo que vibra com o intervalo de  $1/60$ s entre uma batida e outra. No carrinho foi afixada uma fita de papel que passava através do marcador. À medida que o carrinho descia o plano inclinado, o marcador ia registrando na fita as distâncias que o carrinho percorria a cada intervalo de tempo. O roteiro dessa atividade é apresentando a seguir.

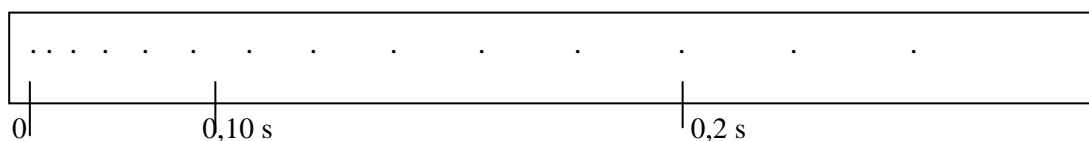


## MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO

Material:

- 1 régua milimetrada de 50cm
- 1 pista p/ carrinho (Pasco)
- 1 marcador de tempo Unilab
- 1 carrinho (Pasco)
- 1 fonte de 2 volts CA
- 1 suporte de ferro com haste
- 1 m de fita de papel

- 1) Ligue o marcador de tempo na fonte (2V - CA) e verifique que o marcador vibra. O intervalo de tempo entre uma batida e outra é de  $1/60$  s.
- 2) Faça o carrinho descer a pista inclinada a partir do repouso, puxando uma fita de papel, que passará sob a trave do marcador de tempo, que, por sua vez, fará marcas na fita.
- 3) Observe as marcações da fita. Escolha uma marca na fita como origem das distâncias. Assinale sobre a fita pontos de 6 em 6 intervalos de tempo: cada um desses intervalos é igual a  $0,10$  s =  $1/10$  s =  $6 \times 1/60$  s. A figura abaixo é parecida com a fita que você obterá. Meça as distâncias  $d$  dos pontos assinalados em relação à origem escolhida e construa uma tabela  $d \times t$  com os dados obtidos de suas medições.



*Obs.: O integrante do grupo que entregar o relatório, deve colar a fita no mesmo.*

- 4) A cada intervalo de  $1/10 = 0,1$  s ache a velocidade média do carrinho. Esta velocidade média é uma boa aproximação para a velocidade instantânea no instante  $t_{1/2}$  (meio do intervalo), ou seja, no instante  $0,10 / 2 = 0,05$  s. Monte uma tabela velocidade  $\times$  tempo com 5 pares de  $v$  e  $t$ .
- 5) Construa o gráfico  $v \times t$  correspondente.
  - A) Calcule a inclinação do gráfico  $v \times t$ . O que ela significa?
  - B) O movimento do carrinho é uniformemente acelerado ou apenas acelerado? Qual o seu argumento para responder a esta questão.
- 6) Construa o gráfico  $d \times t$  correspondente.
  - C) Através do gráfico anterior, calcule a velocidade instantânea do carrinho no instante  $0,4$  s.
  - D) Escreva a equação da distância e a equação da velocidade do carrinho em função do tempo.
  - E) Teste a equação da distância usando o carrinho de sua experiência.
  - F) Use o gráfico  $v \times t$  para calcular a distância percorrida pelo carrinho entre  $0,3$  s e  $0,5$ s. Compare este resultado com os dados obtidos na fita e justifique a diferença.

Para o desenvolvimento dessa atividade, houve uma única montagem para o registro do movimento dos carrinhos e, por isso mesmo, o professor chamava grupo por grupo para fazer o registro do movimento na fita. Depois, cada grupo voltava para sua mesa e seguia as orientações do roteiro para analisar o registro que eles fizeram. Percebemos que alguns alunos apresentaram dificuldades em fazer a leitura dos registros, em sistematizar os dados na forma de tabela e em construir e interpretar o gráfico da velocidade desenvolvida pelo carrinho. Nessa aula, os grupos solicitaram, com muita frequência, a minha ajuda e a do professor.

#### **2.3.4 - ATIVIDADE 4 - MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME**

Esta atividade foi trabalhada paralelamente ao uso do capítulo 3 (Vetores - Movimento curvilíneo) do livro texto e foi dividida em duas partes. A primeira intitulada “Movimento de rotação” consistia em medir o raio ( $R$ ) e o período ( $T$ ) de duas rolhas colocadas em posições diferentes ao longo de um raio do disco que girava em um toca discos. Com esses dados os alunos deveriam achar a frequência ( $f$ ) em Hz e rpm, a velocidade tangencial ( $v$ ) e a velocidade angular ( $\omega$ ) das rolhas.

A segunda parte denominada “estroboscópios” consistia em usar um estroboscópio de lâmpada para “parar” um disco ligado a um motor. Neste disco, foi feita uma marca ao longo de seu raio. Os alunos mediram as frequências em que o estroboscópio parava o disco possibilitando ver uma marca e as frequências que parava o disco possibilitando ver mais de uma marca. O roteiro dessa atividade é apresentando a seguir.

## MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME

### 41ª Parte: Movimento de rotação

Material:

- 1 toca-discos
- 1 cronômetro
- 1 disco
- 1 régua de 30 cm
- 2 rolhas

- 1 - Coloque o disco no toca-disco e as duas rolhas sobre o disco em pontos diferentes ao longo do raio do disco. Coloque-o para girar numa primeira rotação.
- 2 - Meça as seguintes grandezas do movimento para **cada rolha**: o raio **R**, o período **T** (Sugestão: para aumentar a precisão meça o tempo de 10 voltas e divida o resultado por 10), a frequência **f**, em Hz (rps) e rpm (O valor que você encontrou é igual ao valor especificado no toca-disco ?), a velocidade tangencial **v**, a velocidade angular  **$\omega$** . Anote seus resultados numa tabela como exemplificada abaixo:

Raio	Período (T) (s)		Frequência (f)		Veloc.tang. (v)	Veloc.ang. ( $\omega$ )
(cm)	10 voltas	1 volta	Hz	RPM	cm/s	rd/s

- 3 - Repita o item 2 mudando a frequência do toca-disco, especificando-a.
- 4 - A) As rolhas têm aceleração tangencial? Porque?  
 B) As rolhas têm aceleração centrípeta?  
 C) Qual a direção e o sentido destas acelerações?  
 D) Qual das duas rolhas têm maior aceleração? Justifique sem fazer contas.  
 E) Calcule a aceleração centrípeta de cada rolha em  $\text{cm/s}^2$ .

### 2ª Parte: O estroboscópio

Material:

- 1 ventilador
- 1 marcador de fitas
- 1 estroboscópio de lâmpada
- fita adesiva

- 1- Usando um cronômetro é difícil medir o período de rotação de um ventilador girando ou de vibração da caneta de um marcador de fitas. Para medir períodos deste tipo usamos o estroboscópio que é um aparelho composto de uma lâmpada a gás que pisca com frequência que pode ser controlada por um circuito especial e conhecida através do mostrador. Com essa lâmpada, em um ambiente semi-escuro, iluminamos o ventilador cuja frequência queremos determinar. Se fizermos a lâmpada piscar com uma frequência que coincida (ou seja múltipla) com a frequência de rotação do ventilador, veremos as suas pás sempre nos mesmos lugares, dando-nos a impressão de que o ventilador está parado.
- 2 - Usaremos o estroboscópio de lâmpada para “parar” um disco ligado a um motor. Inicialmente fazemos uma marca ao longo do raio do disco, colando uma fita adesiva. Depois ligamos o motor e o estroboscópio inicialmente na sua menor frequência. Lentamente aumentamos a frequência do estroboscópio e verificaremos que o disco “para” em várias frequências. A máxima frequência do estroboscópio que para o disco, é a frequência do disco. Se você continuar a aumentar a frequência além deste valor e “pará-lo”, verá duas marcas e não uma. Aumentando mais você pode pará-lo com 3, 4, etc. marcas.
  - F) Quais as frequências do estroboscópio que conseguem parar o disco? Entre elas qual é a do disco?
  - G) Qual o período de rotação do disco em segundos?
  - H) Determine a frequência e o período da oscilação da caneta do marcador de fitas.

Nessa aula também, só havia uma montagem para a realização de cada uma das partes da atividade. Entretanto, todos os grupos começaram pelo desenvolvimento da primeira parte do roteiro, mas não houve tumulto na aula. Todos os grupos apresentaram dificuldades em executar as orientações do roteiro, alguns alunos consultaram o livro para entender o que estava sendo pedido na atividade e para buscar fórmulas que estavam sendo solicitadas para a realização dos cálculos.

### **2.3.5 - ATIVIDADE 5- DINAMÔMETROS**

Esta atividade foi usada concomitantemente ao capítulo 4 (Primeira e terceira leis de Newton) do livro texto e foi explorada em quatro montagens posicionadas em locais diferentes dentro do laboratório. A “montagem 01” era constituída por uma roldana na qual passa um barbante preso a uma massa sustentada por uma mola. Os alunos deveriam manter a massa em equilíbrio puxando o fio ligado à mola, em direções diferentes, observando o comprimento da mola.

As outras três montagens consistiam em situações em que um corpo se encontra em equilíbrio sob a ação de três forças. Os alunos deveriam determinar os módulos destas forças e medir os ângulos entre elas. Para cada montagem, era solicitado o desenho dos três vetores “força”, com a mesma origem, sem alterar os ângulos, especificando a escala. Os alunos deveriam também verificar se a soma dessas forças eram nulas, fazendo a soma vetorial pelo método do paralelogramo.

## DINAMÔMETROS

Material:

- dinamômetros diferentes
- 4 montagens
- 1 transferidor
- massas e suporte

1 - Dinamômetros são dispositivos para medir forças. Observe que eles têm molas em seu interior. Eles podem ser calibrados em gf, kgf ou N. Um grama-força (símbolo 1gf) é a força exercida pela Terra sobre a massa de 1 grama. Um quilograma-força (símbolo 1kgf) é a força exercida pela Terra sobre a massa de 1 quilograma. Um Newton é a força exercida pela Terra sobre a massa de aproximadamente 100 gramas (símbolo  $1\text{ N} \approx 100\text{ gf} \approx 0,1\text{ kgf}$ ).

A) Verifique para cada dinamômetro, que unidade de força ele usa. Você deve zerar cada dinamômetro antes de usá-lo. Pendure neles, massas diferentes e verifique se estão realmente calibrados (a massa do suporte é de 10 g).

2 – Você encontrará quatro montagens no laboratório. A “montagem 01” consiste de uma roldana onde passa um barbante preso a uma massa sustentada por uma mola. Mantenha a massa em equilíbrio puxando o fio ligado à mola, em direções diferentes, observando o comprimento da mola.

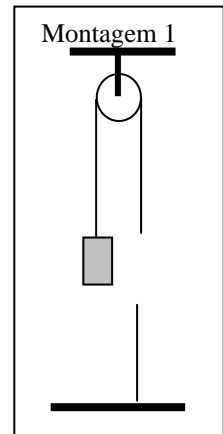
B) Em cada uma dessas direções a mola faz forças diferentes ? Qual a função de uma roldana fixa ?

3 - As outras três montagens consistem de situações em que um corpo se encontra em equilíbrio sob a ação de três forças.

C) Determine os módulos destas forças e meça os ângulos entre elas.

D) Para cada montagem, desenhe os três vetores força com a mesma origem, sem alterar os ângulos, especificando a escala.

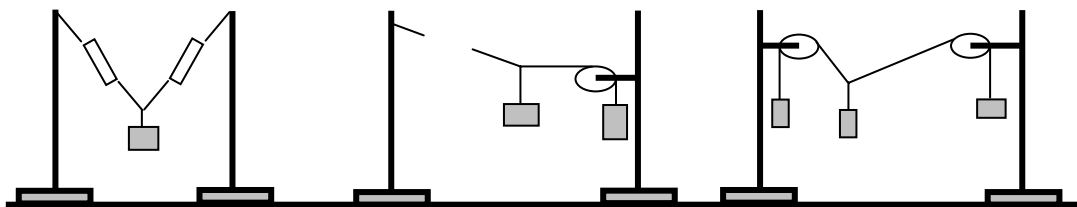
E) Verifique se a soma dessas forças é nula, fazendo a soma vetorial pelo método do paralelogramo.



Montagem 2

Montagem 3

Montagem 4



Antes dos alunos começarem a desenvolver a atividade, o professor fez uma explicação de aproximadamente trinta minutos sobre as idéias discutidas no roteiro e depois distribuiu o roteiro. Como essa foi a última aula de laboratório do semestre, alguns alunos faltaram e, por isso, dois grupos se fundiram. A aula foi tranqüila e todos os grupos fizeram as explorações solicitadas em cada montagem.

## **2.4 – CRITÉRIOS DE ESCOLHAS DO MATERIAL A SER ANALISADO**

No final do processo de coleta dos dados, deparamos com uma grande quantidade de material: cinquenta fitas de áudio com discussões de todos os grupos de alunos e dez fitas de vídeo, sendo que cinco foram de um mesmo grupo de alunos de uma sub turma e as outras cinco, eram de outro grupo pertencente à outra sub turma. Além disso, dispúnhamos de uma fita de áudio da entrevista do coordenador, uma fita de áudio dos outros dois professores e outra fita de áudio com entrevista de quatro professores de física, os registros escritos de outros quatro professores de física e os registros escritos dos alunos sobre os objetivos das atividades.

Para lidar com essa grande quantidade de dados, tivemos que fazer escolhas sobre quais materiais analisar. A primeira delas foi escolher de qual grupo, deveria ser feita a transcrição da fita de áudio e correspondente a qual atividade. Os grupos escolhidos foram os que estavam sendo monitorados através da gravação de vídeo, um de cada sub turma, pois, desta forma, teríamos dois registros diferentes do mesmo grupo para fazermos comparações, caso fosse necessário.

Todas as fitas de áudio e vídeo referentes às aulas monitoradas e as fitas das entrevistas com os professores foram integralmente transcritas por nós, no final da coleta de dados.

Analizamos todos os registros escritos dos grupos de alunos e todos os dados que obtivemos com os professores.

A partir das análises das transcrições das fitas e dos registros escritos, dividimos nosso estudo em quatro partes. A primeira refere-se aos dados obtidos dos registros escritos e as transcrições das fitas de áudio dos grupos de alunos. Nessa parte discutimos a natureza dos objetivos identificados pelos alunos para a sequência de atividades. A segunda refere-se aos dados da entrevista: (i) com os autores de uma das atividades; (ii) com o coordenador, (iii) com outros professores de física e os registros do nosso diário de bordo. Nela apresentamos um estudo de caso sobre a natureza dos propósitos que professores e alunos identificam para uma atividade. Na terceira parte, apresentamos a compreensão dos alunos sobre os propósitos e objetivos concebidos pelos professores para os experimentos. A quarta parte refere-se aos dados obtidos com os registros escritos e as transcrições das fitas de áudio dos grupos de alunos. Neles apresentamos uma análise dos momentos de aprendizagem dos alunos em que temos indício da concretização de alguns dos propósitos do coordenador.

---

### **CAPÍTULO 3**

## **A NATUREZA DOS OBJETIVOS QUE OS ALUNOS IDENTIFICAM NAS ATIVIDADES**

---



Neste capítulo apresentaremos uma análise sobre a compreensão de dezessete grupos de alunos acerca dos objetivos da seqüência de atividades de laboratório desenvolvida junto às turmas da primeira série do ensino médio da escola onde colhemos nossos dados. Pretendemos, com essa análise, responder à seguinte questão: quais os objetivos os alunos identificam ao ler os roteiros das atividades? Para isso, vamos analisar os registros escritos pelos grupos de alunos no início de cada aula de laboratório.

### **3.1 OS CONTEÚDOS NAS PROPOSTAS CURRICULARES**

Entendemos o currículo como um plano de ação que define e explicita nossas intenções educativas, envolvendo uma tomada de decisões em relação às questões sobre o que, como e quando ensinar e avaliar. Tais decisões envolvem uma reflexão sobre por que e para quem ensinar.

Nos últimos anos, muito tem se discutido sobre os critérios de seleção e organização dos conteúdos dos currículos escolares. As propostas curriculares recentes enfatizam e destacam a importância dos conteúdos nos currículos. Entretanto, essas propostas, consideram importante uma reformulação no próprio conceito de conteúdo.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (1998), definem os conteúdos do currículo “*como meios para que os alunos desenvolvam as capacidades que lhes permitam produzir bens culturais, sociais e econômicos e deles usufruir*”. Os conteúdos indicam e definem aqueles aspectos do desenvolvimento dos alunos que a educação escolar tenta promover. Desta forma, os PCNs defendem uma ampliação e uma diferenciação dos conteúdos

escolares, que passa a englobar três componentes interdependentes – os conceitos, os procedimentos e os valores e atitudes.

A distinção entre esses tipos de conteúdos no currículo pode ser uma ferramenta metodológica importante para entendermos a diversidade das aprendizagens escolares. Ressaltamos que essa distinção não implica no ensino em separado de cada um destes conteúdos, mas destaca a necessidade de se atentar para a necessidade de se trabalhar com os alunos nas situações de ensino de forma simultânea com conceitos, procedimentos e atitudes. Entretanto, a diferenciação entre esses três componentes do currículo, às vezes parece um pouco confusa, tanto na literatura quanto nas propostas curriculares.

Pozo (1998) distingue os conteúdos factuais dos conceituais enquanto objetos do conhecimento e que possuem características diferenciais quanto “*à natureza da sua aprendizagem, do seu ensino e da sua avaliação*”. Para ele os fatos ou dados não precisam ser compreendidos ou ao aprendê-los, não há nada a compreender. Já os conceitos estão vinculados à compreensão dos fatos, à capacidade “*de dotar de significado um material ou uma informação que lhe é apresentada*”. Pozo argumenta que conteúdos factuais são mais fáceis de aprender e de esquecer que os conceitos. Nesse último caso tanto a aprendizagem não se dá de uma vez, como também o esquecimento é similar a um esmaecimento e não a um apagar abrupto. Os conteúdos de natureza conceitual são mais importantes para a aprendizagem das ciências do que os conteúdos factuais. Utilizamos os conteúdos conceituais para interpretarmos e interagirmos com a nossa realidade. Essa ação sobre a realidade nos leva a tentar adaptar nossos conceitos às novas situações que vão surgindo. Desta forma, os conhecimentos dos conteúdos conceituais vão se modificando ao longo do processo de aprendizagem. Esse processo é lento, pois a aprendizagem de conceitos envolve o estabelecimento de relações com os conhecimentos anteriores e se dá de forma gradativa.

Os conteúdos procedimentais referem-se aos procedimentos, que Coll e Valls (1998) caracterizam como similares a hábitos, técnicas, algoritmos, habilidades, estratégias, métodos, rotinas dentre outras: *“o termo procedimento engloba todos eles, sem ter mais muito sentido fazer referência de maneira claramente diferenciada a esses termos”*.

Segundo os PCNs (1998) *a aprendizagem de procedimentos envolve a capacidade de saber fazer, de saber agir de maneira eficaz e desenvolver um conjunto de ações ordenadas, para atingir uma meta*. Essa é uma caracterização muito similar àquela contida nos “Diseños Curriculares Base”, o conjunto de orientações curriculares da Espanha. De fato, em seu trabalho Coll e Valls citam a definição contida nos DCB: *“um procedimento é um conjunto de ações ordenadas, orientadas para a consecução de uma meta.”*

A Proposta Curricular de Ciências do Ensino Fundamental de Minas Gerais (MINAS GERAIS, 1998) adota uma visão semelhante, ainda que mais detalhada. Segundo os autores desta proposta os conteúdos procedimentais promovem, dentre outras, as seguintes habilidades:

*Busca, processamento e validação das informações; leitura e escrita de textos informativos; planejamento de atividades de investigação e trabalhos de campo; elaboração de relatórios; análise de dados experimentais, seleção e controle de variáveis; organização de dados por meio de tabelas, gráficos e esquemas; leitura de gráficos e outras representações; formulação de conclusões a partir de evidências; proposição e resolução de problemas, intervenções na comunidade, etc. (pp.16)*

Uma distinção mais geral que podemos fazer entre os conteúdos de natureza conceitual e procedimental é que o primeiro está relacionado ao entender e o segundo ao saber fazer.

Os conteúdos de natureza atitudinal incluem normas, valores e atitudes presentes em todo o conhecimento escolar. Tradicionalmente os conteúdos atitudinais fazem parte do

chamado currículo oculto, e muitas vezes sem uma intenção clara no projeto educativo de que fazem parte.

Coll (1998) define as atitudes como “*tendências ou disposições adquiridas e relativamente duradouras a avaliar de um modo determinado um objeto, pessoa, acontecimento ou situação e a atuar de acordo com essa avaliação.*” A aprendizagem de atitudes envolve tanto a cognição quanto os afetos e as condutas. Existem valores e atitudes referentes a conteúdos mais específicos da área e outros que extrapolam a especificidade das áreas e que estão presentes no convívio social mais amplo, que ocorre na escola (PCN, 1998).

A escola não é um espaço apenas para circular idéias. Se estamos preocupados com a formação dos nossos alunos e não apenas com a informação deles, é importante que os conceitos acompanhem a discussão de atitudes e valores. Quando utilizamos uma aula de laboratório com nossos alunos, estamos utilizando um recurso que os leva a fazerem “as coisas”, um recurso que não se restringe ao mero uso a lápis e papel. Alguns acreditam que a aprendizagem no laboratório está muito ligada ao desenvolvimento de conteúdos procedimentais ou a aprendizagem de procedimentos. Entretanto, todo procedimento aplicado a uma situação concreta envolve conteúdos conceituais e atitudinais, ou seja, não se usa ou se aprende procedimentos no vazio, mas sempre em situações concretas.

Nós vamos examinar os objetivos identificados pelos alunos e algumas das aprendizagens que ocorrem durante o conjunto de aulas práticas observadas. A distinção dos conteúdos proposta por Coll, Pozo, Sarabia e Valls será utilizada para interpretar a natureza dos objetivos identificados pelos alunos e, em um capítulo posterior, a natureza da aprendizagem que ocorre nas aulas de laboratório.

### **3.2 ANÁLISE DOS OBJETIVOS IDENTIFICADOS PELOS ESTUDANTES NA SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES**

Nesta seção iremos identificar a compreensão que os alunos tiveram acerca dos objetivos de cada uma das atividades que compõem a seqüência que observamos. Para isso, vamos analisar os registros escritos feitos pelos grupos no início das aulas. Ressalvamos que os registros escritos pelos alunos podem não expressar claramente os objetivos que eles identificaram e que pode existir uma distância entre o que eles escrevem e o que eles falam. Admitimos que os alunos podem não expressar tudo o que eles pensam mas, ainda assim examinaremos seus registros e os tomaremos como indícios da compreensão deles sobre os objetivos das atividades.

Na primeira atividade, nós monitoramos quatro turmas de laboratório e, por isso, iremos analisar os registros escritos de dezessete grupos. Na segunda atividade, serão analisados os registros de nove grupos, correspondente a duas turmas de laboratório. Nas demais atividades serão analisadas os registros escritos de oito grupos correspondentes a duas turmas de laboratório porque, apesar dos grupos serem fixos, após a segunda atividade um dos grupos se fundiram.

Vamos analisar os dados, isto é, os objetivos identificados pelos alunos, segundo duas dimensões: a sua natureza e segundo seu desdobramento no tempo. Neste último aspecto estaremos distinguindo objetivos mais imediatos, que se realizam na própria aula prática em que são identificados daqueles objetivos mais amplos e que não se realizam através de uma única atividade, mas que podem ser alcançados em uma seqüência de atividades práticas. Para analisar a natureza dos objetivos vamos adotar um esquema de apenas duas categorias: conceitual e procedimental. Com isto não abandonamos a distinção proposta por Pozo (1998) de conteúdos factuais e conceituais, pois a dimensão temporal é suficiente para distinguir um

do outro. Assim se um objetivo é categorizado como conceitual e imediato significa que estamos identificando um objetivo ligado a um conteúdo factual, enquanto que um objetivo conceitual amplo está ligado à aprendizagem de um conteúdo conceitual nos termos de Pozo. Nessa análise não olhamos para os objetivos atitudinais, porque nosso instrumento de coleta de dados não nos permitiu identificar tal categoria de objetivos.

Para fazer a categorização dos objetivos identificados pelos alunos adotamos então o esquema exposto na tabela I.

**TABELA I**  
**CATEGORIAS DE ANÁLISE DOS OBJETIVOS IDENTIFICADOS PELOS ALUNOS**

<b>DIMENSÃO</b>	<b>TIPOS DE OBJETIVOS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	
<b>Natureza do objetivo</b>	1 –Conceitual	Relacionado ao ato de compreender, entender, estabelecer relações	
	2- Procedimental	Relacionado a <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td>a) Fazer medidas</td> </tr> <tr> <td>b) Aplicar conceitos</td> </tr> </table>	a) Fazer medidas
a) Fazer medidas			
b) Aplicar conceitos			
<b>Dimensão temporal</b>	1 – Imediato	Realiza-se na própria atividade	
	2 – Amplo	Relaciona-se a uma seqüência de atividades práticas	

Mas, em nossa análise, categorizamos os objetivos identificados pelos alunos segundo o grau de explicitação desses objetivos no roteiro. Consideramos como objetivo explícito, aquele que aparece de forma bem clara no roteiro, e que os alunos identificam sem muito esforço como, por exemplo, o título da atividade ou algum texto em destaque. O objetivo parcialmente explícito é aquele que não aparece de forma clara no roteiro, mas que pode ser facilmente inferido a partir de várias pistas textuais, tais como, o texto de algumas questões que orientam o roteiro, alguns textos de instruções ou pistas não-textuais. Neste caso, principalmente através dos próprios procedimentos realizados durante a atividade. Finalmente, um objetivo implícito é aquele que não aparece de forma nenhuma no roteiro e para o qual não há pistas óbvias. Ele só pode ser inferido a partir da atividade como um todo ou por

dicas, verbais ou procedimentais, dadas pelo professor durante a realização da atividade prática.

Nas subseções seguintes faremos, então, a categorização dos objetivos identificados pelos alunos. Em cada uma das atividades, iniciaremos fazendo uma condensação dos objetivos descritos pelos alunos em um conjunto menor e manipulável de objetivos. Em cada subseção descrevemos como fizemos isso. Por outro lado, a categorização dos objetivos não lançou mão de procedimentos do tipo “juízo por juízes”, mas apenas aplicamos os critérios acima mencionados de forma conscienciosa.

### **3.2.1 - ANÁLISE DOS OBJETIVOS IDENTIFICADOS PELOS ALUNOS NA ATIVIDADE 1 - MEDIDAS DO TEMPO E ESPAÇO**

Nesta atividade de laboratório, nós coletamos dados de quatro subturmas, somando um total de dezessete grupos monitorados. Os dezessete grupos de alunos identificaram ao todo 27 objetivos para a atividade, sendo que um grupo identificou quatro objetivos, sete grupos identificaram dois objetivos e nove grupos identificaram apenas um objetivo. Reagrupamos esses objetivos em onze tipos diferentes.

Para o primeiro objetivo: Medir o tempo de reação das pessoas, nós agrupamos os seguintes objetivos identificados pelos alunos: *Medir pequenos impulsos de tempo, em determinado espaço; Medir o tempo e a reação de uma pessoa usando as mãos; Medir o tempo e a reação do reflexo de uma pessoa, mostrando também o diferente reflexo de cada pessoa; Medir o tempo entre a ação e a reação dos corpos; Medir o tempo de reflexo de ação das pessoas; Medir a reação através dos segundos. Mostrar a dificuldade que as pessoas tem para medir o tempo de ação e reação.*

O segundo objetivo: Entender as idéias relacionadas à medição de tempo e espaço, nós agrupamos os seguintes objetivos: *Melhorar nossos conceitos de medidas de tempo e espaço,*

*nos ajudando a aprender a deduzir medidas sem precisar medi-las; Aperfeiçoarmos nossa percepção em relação às medidas de tempo e espaço; Estabelecer relações entre o tempo de reação de cada um e o espaço ocupado por diferentes objetos; Aumentar nossa percepção da presença destas grandezas (tempo e espaço) no nosso dia a dia e aprendermos a lidar com elas.*

O terceiro objetivo: Aprender noções de tempo, distância e espaço, nós agrupamos os seguintes objetivos: *Aprendermos com a prática, noções de tempo médio; Aprendermos através de atividades práticas e experiências, noções de tempo, espaço, distância e tamanho; Aprendermos sobre o tempo de reação de uma pessoa a um estímulo.*

O quarto objetivo: Trabalhar com erros de medidas, nós agrupamos os seguintes objetivos: *Avaliar a margem de erros das medidas; Determinar quais serão os prováveis erros.*

O quinto objetivo: Determinar a velocidade dos impulsos nervosos, nós agrupamos os seguintes objetivos: *Medir a velocidade dos impulsos nervosos; Calcular a velocidade dos impulsos nervosos.*

O sexto objetivo: Funcionar como fator de motivação, nós resumimos o seguinte objetivo: *Ter aulas de física prática é melhor que teórica, pois as aulas não tornam chatas e repetitivas e aulas práticas nos mostram onde utilizar apenas uma matéria cheia de fórmulas que cai no vestibular.* Os demais objetivos não foram agrupados.

Na tabela II apresentamos, resumidamente, esses objetivos e a categorização que fizemos sobre o seu grau de explicitação no roteiro.



**TABELA II**  
**OBJETIVOS DA ATIVIDADE 1, CONFORME IDENTIFICADOS PELOS GRUPOS DE ALUNOS,**  
**SEGUNDO SEU GRAU DE EXPLICITAÇÃO NO ROTEIRO**

Cód.	Objetivos identificados	Nº de grupos	Grau de explicitação no roteiro		
			Explícito	Parcialmente Explícito	Implícito
E1.1	Medir o tempo de reação das pessoas	10	X		
E1.2	Entender as idéias relacionadas à medição de tempo e espaço	4	X		
E1.3	Aprender noções de tempo, distância e espaço.	3	X		
E1.4	Trabalhar com erros de medidas	2		X	
E1.5	Determinar a velocidade dos impulsos nervosos	2		X	
E1.6	Funcionar como fator de motivação	1			X
E1.7	Fazer cálculos	1		X	
E1.8	Utilizar instrumentos de medidas	1			X
E1.9	Compreender as diferenças entre previsão e medida	1		X	
E1.10	Chegar a uma resposta que acrescente, conhecimento e aprendizagem de física.	1			X
E1.11	Ensinar novas formas para medir coisas a nossa volta	1			X
E1.12	<i>Aplicar tudo aquilo que aprendemos na aula teórica. A aula de Física ajuda-nos a entender mais sobre os fenômenos ocorrentes</i>	1			X

O objetivo mais identificado pelos grupos foi “medir o tempo de reação de uma pessoa”. Dez dos dezessete grupos identificaram esse objetivo. Talvez isso se deva ao fato deste ser um dos subtítulos da atividade e aparecer de forma explícita no roteiro. Em segundo lugar, aparece o objetivo “Entender as idéias relacionadas à medição de tempo e espaço”, quatro dos dezessete grupos identificaram esse objetivo. Tal objetivo aparece de forma explícita no roteiro, como título geral da atividade. Em terceiro lugar, aparece o objetivo “Aprender noções de tempo, distância e espaço”, identificado por três grupos. Esse objetivo também pode ter sido inferido a partir do título da atividade. O quarto objetivo mais identificado foi o objetivo “Trabalhar com erros de medidas”, identificado por dois grupos. Tal objetivo aparece no roteiro na forma de uma pergunta que orientava o desenvolvimento da atividade. Na seqüência aparece o objetivo “Calcular a velocidade dos impulsos nervosos”, identificado por dois grupos. Esse objetivo, também aparece no roteiro na forma de uma

pergunta que orientava o desenvolvimento da atividade. Essa foi à questão que os alunos gastaram mais tempo para responder. Isso talvez explique o fato de dois grupos terem identificado tal objetivo. O objetivo “Compreender as diferenças entre previsão e medida”, foi identificado por um grupo. Esse objetivo aparece no roteiro na forma de questão. Os objetivos “Chegar a uma resposta que acrescente conhecimento e aprendizagem de física” e “Ensinar novas formas para medir coisas a nossa volta”, não aparecem de forma explícita no roteiro e cada um foi identificado por um grupo diferente, mas se referem a objetivos atribuídos para essa atividade especificamente. Já os dois últimos objetivos da tabela, também não aparecem de forma explícita no roteiro, mas se referem a objetivos atribuídos às atividades de laboratório como um todo.

Na tabela III apresentamos a classificação dos objetivos identificados pelos alunos.

**TABELA III**  
**OBJETIVOS DA ATIVIDADE 1, CONFORME IDENTIFICADOS PELOS GRUPOS DE ALUNOS,**  
**SEGUNDO SUA NATUREZA E SUA DIMENSÃO TEMPORAL**

Cód.	Respostas dos alunos sobre os objetivos da atividade	Classificação dos objetivos			
		Natureza do objetivo		Dimensão temporal	
		Conceitual	Procedimental	Imediato	Amplio
E1.1	Medir o tempo de reação das pessoas		10	10	
E1.2	Entender as idéias relacionadas à medição de tempo e espaço	4			4
E1.3	Aprender noções de tempo, distância e espaço.	3		3	
E1.4	Trabalhar com erros de medidas		2		2
E1.5	Determinar a velocidade dos impulsos nervosos		2	2	
E1.6	Funcionar como fator de motivação		1	1	
E1.7	Fazer cálculos	1			1
E1.8	Utilizar instrumentos de medidas		1		1
E1.9	Compreender as diferenças entre previsão e medida	1			1
E1.10	Chegar a uma resposta que acrescente, conhecimento e aprendizagem de física.	1			1
E1.11	Ensinar novas formas para medir coisas a nossa volta	1			1
E1.12	<i>Aplicar tudo aquilo que aprendemos na aula teórica. A aula de Física ajuda-nos a entender mais sobre os fenômenos ocorrentes</i>	1			1
	<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>12</b>

Os estudantes identificaram nesta primeira atividade tanto objetivos ligados a conteúdos procedimentais quanto conceituais, tanto objetivos realizáveis na própria atividade quanto objetivos de mais longo prazo. Aparentemente os estudantes identificam mais objetivos procedimentais (16 em 27), correspondendo a um percentual de 59,3%, do que conceituais (11 em 27), que corresponde a um percentual de 40,7%. Mas essa diferença entre as percentagens de objetivos procedimentais e conceituais não representa uma diferença estatisticamente significativa, ou seja, não se pode garantir que não seja um efeito do acaso. A principal limitação de nosso resultado é o pequeno número de objetivos identificados ou seja o tamanho da nossa amostra: uma alteração na categorização de apenas um objetivo altera os percentuais de 3,7%, um deles crescendo e o outro diminuindo.

### **3.2.2 – ANÁLISE DOS OBJETIVOS IDENTIFICADOS PELOS ALUNOS NA ATIVIDADE 2 MOVIMENTO UNIFORME**

Nessa segunda atividade coletamos dados em duas turmas, tendo no total o registro de nove grupos monitorados. Os nove grupos identificaram ao todo 18 objetivos para essa atividade, sendo que um grupo identificou quatro objetivos, dois grupos identificaram três objetivos, três grupos identificaram dois objetivos e três grupos identificaram apenas um objetivo para a atividade. Esses objetivos puderam ser agrupados em oito tipos diferentes.

Para o primeiro objetivo: Observar o Movimento Uniforme, nós agrupamos os seguintes objetivos: *Observar o movimento uniforme; Observar e Compreender o movimento uniforme*. Este último, nós separamos em dois objetivos.

O segundo objetivo: Compreender o Movimento Uniforme, nós agrupamos os seguintes objetivos: *Compreender o movimento uniforme; Essa atividade faz uma proposta para desenvolvermos nosso raciocínio sobre o movimento uniforme; Identificar o movimento uniforme através de medidas de corpos diferentes;*

O terceiro objetivo: Compreender a relação entre distância e tempo, nós agrupamos os seguintes objetivos: *Compreender a relação entre velocidade, distância e tempo, que na verdade é a velocidade; Comprovar a relação entre distância e tempo; Ampliar as noções de distância e tempo e velocidade.*

O quarto objetivo: Medir a velocidade de um objeto, nós agrupamos os seguintes objetivos: *Medir a distância que o objeto percorre em um determinado tempo em sua velocidade normal; Medir e comparar a velocidade entre dois objetos, medindo também o tempo gasto por eles para percorrer uma certa distância.*

O quinto objetivo: Construir e interpretar gráficos e tabelas, nós agrupamos os seguintes objetivos: *Construção de gráficos e análise dos mesmos; Aprender a construir gráficos; Desenvolver a habilidade de montar gráficos e tabelas.*

O sexto objetivo: Realizar cálculos e escrever equações, nós agrupamos os seguintes objetivos: *Através de cálculos descobrir a velocidade, a distância e o tempo gasto para desenvolver tal movimento; Realizar cálculos e escrever equações.* Os demais objetivos não foram agrupados. Na tabela IV apresentamos, resumidamente, esses objetivos e sua forma de explicitação no roteiro.

**TABELA IV**  
**OBJETIVOS DA ATIVIDADE 2, CONFORME IDENTIFICADOS PELOS GRUPOS DE ALUNOS,**  
**SEGUNDO SEU GRAU DE EXPLICITAÇÃO NO ROTEIRO**

Cód.	Respostas dos alunos sobre os objetivos da atividade	Total de grupos	Grau de explicitação dos objetivos no roteiro		
			Explícito	Parc. Explic.	Implícito
E2.1	Observar o movimento uniforme	2	X		
E2.2	Compreender o movimento uniforme	3	X		
E2.3	Compreender a relação entre distância e tempo	3		X	
E2.4	Medir a velocidade de um objeto	3		X	
E2.5	Construir e interpretar gráficos e tabelas	3		X	
E2.6	Realizar cálculos e escrever equações	2		X	
E2.7	Entender a mudança de unidades de m/s para Km/h.	1		X	
E2.8	Desenvolver o conceito de partículas.	1		X	
E2.9	Fazer previsões para percursos maiores através de pequenas medidas	1		X	

O objetivo mais identificado pelos grupos foi “Observar e compreender o movimento uniforme”, identificado por quatro. Esse objetivo estava explícito no roteiro, pois o título da atividade era “Movimento Uniforme”. Na seqüência aparecem três objetivos: “Compreender a relação entre distância e tempo”, “Medir a velocidade de um objeto” e “Construir e interpretar gráficos e tabelas”, identificado por três grupos. Os três objetivos aparecem de forma parcialmente explícita no roteiro, como questões e tarefas a serem cumpridas. O objetivo “Realizar cálculos e escrever equações” identificado por dois grupos aparece na forma de questão do roteiro. Os objetivos “Entender a mudança de unidades de m/s para Km/h”, “Desenvolver o conceito de partículas” e “Fazer previsões para percursos maiores através de pequenas medidas”, apareceram apenas uma vez nos registros dos alunos e estão no roteiro como perguntas.

Na tabela V apresentamos a classificação desses objetivos de acordo com as categorias que descrevemos anteriormente.

**TABELA V**  
**OBJETIVOS DA ATIVIDADE 2, CONFORME IDENTIFICADOS PELOS GRUPOS DE ALUNOS,**  
**SEGUNDO SUA NATUREZA E SUA DIMENSÃO TEMPORAL**

Cód.	Respostas dos alunos sobre os objetivos da atividade	Classificação dos objetivos			
		Natureza do objetivo		Dimensão temporal	
		Conceitual	Procedimental	Imediato	Amplo
E2.1	Observar o movimento uniforme		2	2	
E2.2	Compreender o movimento uniforme	3			3
E2.3	Compreender a relação entre distância e tempo	3		3	
E2.4	Medir a velocidade de um objeto		3	3	
E2.5	Construir e interpretar gráficos e tabelas		3		3
E2.6	Realizar cálculos e escrever equações		2		2
E2.7	Entender a mudança de unidades de m/s para Km/h.	1		1	
E2.8	Desenvolver o conceito de partículas.	1			1
E2.9	Fazer previsões para percursos maiores através de pequenas medidas		1	1	
	<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	<b>9</b>

Nesta atividade os estudantes também identificaram objetivos conceituais e procedimentais, e aqui é mais evidente que não se pode atribuir mais facilidade à identificação de um tipo ou outro de objetivos. Eles também identificaram objetivos imediatos e mais amplos, com uma aparente predominância dos imediatos. Mas isso pode ser atribuído a uma preferência nossa em entender o primeiro e o terceiro objetivo num sentido mais localizado e imediatamente realizável. Dentre os objetivos identificados, apenas o objetivo “Medir a velocidade de um objeto” está relacionado ao fazer medidas. Os outros três objetivos procedimentais são ligados à aplicação de conceitos. Desta forma, e em relação à atividade anterior, parece que os alunos deram menos ênfase às medidas. O roteiro não apresenta nenhum texto expondo os conteúdos conceituais que os alunos deveriam adquirir e o professor também não fez nenhuma explicitação desses conteúdos oralmente. Entretanto, o título do roteiro deixa bem explícito o conteúdo geral da atividade que é trabalhar com o Movimento Uniforme. Esse roteiro é um pouco mais orientado que o primeiro e a maioria das questões sugerem os procedimentos que os alunos devem fazer para respondê-las. O roteiro também apresenta duas questões nas quais os alunos são solicitados a fazer previsões, com base nas informações que eles adquiriram para outras situações.

### **3.2.3 – ANÁLISE DOS OBJETIVOS IDENTIFICADOS PELOS ALUNOS NA ATIVIDADE 3 MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO**

Nesta atividade, em uma turma, um grupo se fundiu, alterando a configuração de dois grupos. Desta forma temos dados referentes a oito grupos monitorados. Os oito grupos identificaram ao todo quinze objetivos para a atividade, sendo que dois grupos identificaram três objetivos, três grupos identificaram dois objetivos e três grupos identificaram um objetivo para a atividade. Esses objetivos puderam ser agrupados em nove tipos diferentes.

Para o primeiro tipo de objetivo: Entender como funciona o MRUV, nós agrupamos os seguintes objetivos: *Entender na prática como funciona o movimento uniformemente variado;*

*A atividade propõe entendermos como se comporta o movimento uniformemente acelerado; Entender melhor o movimento uniformemente variado; Entender os conceitos do movimento uniformemente variado aprendidos na aula teórica.*

O segundo objetivo: Mostrar a variação da velocidade em um plano inclinado, nós agrupamos os seguintes objetivos: *Mostrar com um equipamento como a velocidade varia em um plano inclinado uniformemente; A atividade experimental 3 tenta mostrar que o carrinho aumenta sua velocidade de forma uniformemente; Observar o aumento constante de velocidade na variação do tempo.*

O terceiro objetivo: Calcular a velocidade média e instantânea e aceleração, nós agrupamos os seguintes objetivos: *Nós temos a distância final e tempo final, podemos calcular a velocidade média, a aceleração, etc. Achar a velocidade média e instantânea.* Os demais objetivos não foram agrupados. Na tabela VI apresentamos, resumidamente, esses objetivos e sua forma de explicitação no roteiro.

**TABELA VI**  
**OBJETIVOS DA ATIVIDADE 3, CONFORME IDENTIFICADOS PELOS GRUPOS DE ALUNOS,**  
**SEGUNDO SEU GRAU DE EXPLICITAÇÃO NO ROTEIRO**

Cód.	Respostas dos alunos sobre os objetivos da atividade	Total de grupos	Grau de explicitação dos objetivos no roteiro		
			Explícito	Parcialmente explícito	Implícito
E3.1	Entender como funciona o MRUV.	4	X		
E3.2	Mostrar a variação da velocidade em um plano inclinado.	3		X	
E3.3	Calcular a velocidade média e instantânea e aceleração.	2		X	
E3.4	Entender o conceito de aceleração.	1		X	
E3.5	Construir e interpretar gráficos.	1		X	
E3.6	Aperfeiçoar a habilidade de calcular movimentos irregulares de forma uniforme.	1			X
E3.7	Entender a relação da aceleração com a velocidade.	1		X	
E3.8	Ampliar os conhecimentos sobre física	1			X
E3.9	Experimentar o que foi aprendido na aula teórica	1			X

Os três objetivos mais identificados pelos grupos foram 1º) *Entender como funciona o MRUV*; 2º) *Mostrar como a velocidade varia em um plano inclinado*; 3º) *Calcular a velocidade média e instantânea e a aceleração*. O primeiro objetivo estava explícito no roteiro, pois o título da atividade era *Movimento Uniformemente variado*. O segundo objetivo não estava explícito no roteiro, mas era a experiência central da atividade. Para responder as questões do roteiro, os alunos tinham que analisar os registros que eram feitos numa fita enquanto o carrinho descia em um plano inclinado. Isso pode ter levado três dos oito grupos a identificarem esse objetivo.



**TABELA VII**  
**OBJETIVOS DA ATIVIDADE 3, CONFORME IDENTIFICADOS PELOS GRUPOS DE ALUNOS,**  
**SEGUNDO SUA NATUREZA E SUA DIMENSÃO TEMPORAL**

Cód.	Respostas dos alunos sobre os objetivos da atividade	Classificação dos objetivos			
		Natureza dos objetivos		Dimensão temporal	
		Conceitual	Procedimental	Imediato	Amplio
E3.1	Entender como funciona o MRUV	4		4	
E3.2	Mostrar a variação da velocidade em um plano inclinado		3	3	
E3.3	Calcular a velocidade média e instantânea e aceleração		2	2	
E3.4	Entender o conceito de aceleração	1			1
E3.5	Construir e interpretar gráficos		1		1
E3.6	Aprender a calcular movimentos irregulares de forma uniforme	1			1
E3.7	Entender a relação da aceleração com a velocidade	1		1	
E3.8	Ampliar os conhecimentos sobre física	1			1
E3.9	Experimentar o que foi aprendido na aula teórica	1			1
	<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>5</b>

Nesta atividade os estudantes identificaram novamente tanto objetivos conceituais (9 em 15 ou 60%) quanto procedimentais (6 em 15 ou 40%), realizáveis no curto prazo (10 em 15 ou 66.7%) ou no longo prazo (5 em 15 ou 33,3%).

Ao contrário das atividades anteriores a predominância de objetivos do primeiro nível se concentra na categoria dos objetivos conceituais, ainda que essa diferença possa ser mero acaso. Os objetivos de natureza procedimental estão ligados à aplicação de conceitos. Não apareceu nenhum objetivo procedimental ligado a fazer medidas.

Esse roteiro, como os anteriores, não apresenta nenhum texto expondo os conteúdos conceituais que os alunos deveriam adquirir e o professor também não fez nenhuma explicitação desses conteúdos oralmente. Essa última observação é feita com base em minhas anotações feitas durante as aulas. Diferentemente das atividades anteriores, nessa solicita-se aos alunos que façam uma única coleta de dados. Os dados assim coletados são analisados e

explorados em todas as solicitações da atividade. Ou seja, a ênfase da atividade está na fase de análise dos dados e não na fase da coleta de dados. Talvez isso indique um dos motivos que explique o fato dos alunos não terem identificado nenhum objetivo procedimental ligado a fazer medidas.

### **3.2.4 – ANÁLISE DOS OBJETIVOS IDENTIFICADOS PELOS ALUNOS NA ATIVIDADE 4 MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME**

Nesta atividade foi mantida a mesma configuração dos grupos da atividade anterior. Os oito grupos de alunos identificaram ao todo 12 objetivos para a atividade, sendo que quatro grupos identificaram dois objetivos e quatro grupos identificaram um objetivo para a atividade. Esses objetivos puderam ser agrupados em oito tipos diferentes.

Para o primeiro tipo de objetivo: Compreender o Movimento Circular Uniforme, nós agrupamos os seguintes objetivos: *O objetivo é que possamos compreender o que é movimento circular uniforme; Entender o movimento circular uniforme, com base no movimento de rotação e no estroboscópio; Entendermos com a prática como funciona o movimento circular uniforme.*

O segundo tipo de objetivo: Diferenciar aceleração tangencial e aceleração centrípeta, nós agrupamos os seguintes objetivos: *Através do estudo do movimento circular uniforme saber quais as diferenças entre aceleração tangencial e aceleração centrípeta e o que elas representam; Identificar a aceleração centrípeta e tangencial e a direção e o sentido dessas acelerações.*

O terceiro tipo de objetivo: Fazer medidas no MCU, nós agrupamos os seguintes objetivos: *Medir o movimento circular uniforme de um disco ressaltando a aceleração centrípeta e tangencial; Trabalhar com medidas de período, frequência e velocidade. Os*

demais objetivos não foram agrupados. Na tabela 8 apresentamos, resumidamente, esses objetivos e sua forma de explicitação no roteiro.

**TABELA VIII**  
**OBJETIVOS DA ATIVIDADE 4, CONFORME IDENTIFICADOS PELOS GRUPOS DE ALUNOS,**  
**SEGUNDO SEU GRAU DE EXPLICITAÇÃO NO ROTEIRO**

Cód.	Respostas dos alunos sobre os objetivos da atividade	Total de grupos	Grau de explicitação dos objetivos no roteiro		
			Explícito	Parcialmente explícito	Implícito
E4.1	Compreender o movimento circular uniforme.	3	X		
E4.2	Diferenciar aceleração tangencial e aceleração centrípeta.	2		X	
E4.3	Fazer medidas no MCU	2			X
E4.4	Conhecer as diferenças das rotações e frequências..	1			X
E4.5	Calcular período, raio, frequência e aceleração.	1		X	
E4.6	Demonstrar de forma simples o MCU	1		X	
E4.7	Descobrir as características do MCU	1	X		
E4.8	Visualizar situações do MCU	1			X

Os objetivos mais identificados foram: 1º) *Compreender o MCU*; 2º) *Diferenciar aceleração tangencial e aceleração centrípeta*; 3º) *Fazer medidas no MCU*. O primeiro e o terceiro objetivo não estavam de forma totalmente explícita no roteiro, mas eles eram todas as medidas e cálculos que os alunos deveriam fazer na primeira parte do roteiro. Além disso, as cinco questões que apareciam no roteiro eram relacionadas às acelerações das rolhas. Isso possivelmente levou dois dos oito grupos a identificarem tais objetivos. O primeiro era o título da atividade *Movimento Circular Uniforme*, e por isso, estava de forma explícita no roteiro e foi identificado por três grupos

Na tabela IX, apresentamos a classificação dos objetivos de acordo com as categorias em que se enquadram.

**TABELA IX**  
**OBJETIVOS DA ATIVIDADE 4, CONFORME IDENTIFICADOS PELOS GRUPOS DE ALUNOS,**  
**SEGUNDO SUA NATUREZA E SUA DIMENSÃO TEMPORAL**

Cód.	Respostas dos alunos sobre os objetivos da atividade	Classificação dos objetivos			
		Natureza dos objetivos		Dimensão temporal	
		Conceitual	Procedimental	Imediato	Amplio
E4.1	Compreender o movimento circular uniforme.	3		3	
E4.2	Diferenciar aceleração tangencial e aceleração centrípeta.	2		2	
E4.3	Fazer medidas no MCU		2	2	
E4.4	Conhecer as diferenças das rotações e frequências.	1		1	
E4.5	Calcular período, raio, frequência e aceleração.		1	1	
E4.6	Demonstrar de forma simples o MCU		1	1	
E4.7	Descobrir as características do MCU	1		1	
E4.8	Visualizar situações do MCU	1		1	
	<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>0</b>

Nesta atividade os estudantes identificaram mais objetivos conceituais (8 em 12, ou 66,7%) do que procedimentais (4 em 12 ou 33,3%). E todos eles objetivos que se esgotam na própria atividade. Dos objetivos procedimentais, apenas um está ligado a fazer medidas, os demais estão ligados a aplicação de conceitos. O roteiro desta atividade, como das outras, também não apresenta um texto indicando o conteúdo a ser trabalhado. Entretanto, nessa atividade os estudantes foram solicitados a fazer muito mais medidas e a realizar mais cálculos do que nas demais atividades práticas observadas. Os instrumentos de medidas utilizados nessa atividade são os mesmos das três atividades anteriores. Isso talvez leve os alunos a não estarem enfatizando objetivos ligados a fazer medidas.

### **3.2.5 – ANÁLISE DOS OBJETIVOS IDENTIFICADOS PELOS ALUNOS NA ATIVIDADE 5 DINAMÔMETROS**

Esta foi a última atividade desenvolvida no semestre. Nesta atividade foi mantida a mesma configuração dos grupos das atividades anteriores. Oito grupos identificaram ao todo 17 objetivos para a atividade, sendo que dois grupos identificaram três objetivos, cinco grupos

identificaram dois objetivos e um grupo identificou um objetivo para a atividade. Esses objetivos puderam ser agrupados em sete tipos diferentes,

Para o primeiro de objetivo: Aprender manusear os dinamômetros, nós agrupamos os seguintes objetivos: *Esta atividade consiste em demonstrar como se utilizam os dinamômetros e os seus diferentes tipos; Aprender a usar o dinamômetro para medir forças; Aprender a usar o dinamômetro.*

O segundo objetivo: Aprender a calibrar os dinamômetros, nós agrupamos o seguinte objetivo: *Realizar o uso do dinamômetro em variadas atividades em classe, observando a calibração e as diferenças de precisão em termos da medida do material*

O terceiro objetivo: Compreender através de experimentos quando um corpo está em equilíbrio, nós agrupamos os seguintes objetivos: *Provar através de experimento o equilíbrio de forças; Provar o equilíbrio dos corpos; Verificar na prática como se dá o equilíbrio das forças; Compreender quando um corpo está em equilíbrio.*

O quarto objetivo: Compreender a função das roldanas fixas, nós agrupamos os seguintes objetivos: *Ver através de roldanas o que acontece com as forças; Perceber através da prática a função da roldana fixa; Entender a função das roldanas fixas.*

O quinto objetivo: Entender os conceitos de Newton e kgf, nós agrupamos os seguintes objetivos: *Elaborar um conceito de Newton e Kgf; Entender a diferença das unidades gf, kgf e N.* Os demais objetivos não foram agrupados. Na tabela X apresentamos, resumidamente, esses objetivos e sua forma de explicitação no roteiro.

**TABELA X**  
**OBJETIVOS DA ATIVIDADE 5, CONFORME IDENTIFICADOS PELOS GRUPOS DE ALUNOS,**  
**SEGUNDO SEU GRAU DE EXPLICITAÇÃO NO ROTEIRO**

Cód.	Respostas dos alunos sobre os objetivos da atividade	Total de grupos	Grau de explicitação dos objetivos no roteiro		
			Explícito	Parcialmente explícito	Implícito
E5.1	Aprender manusear os dinamômetros	3	X		
E5.2	Aprender a calibrar os dinamômetros	1	X		
E5.3	Compreender através de experimentos quando um corpo está em equilíbrio.	4		X	
E5.4	Compreender a função das roldanas fixas	3		X	
E5.5	Entender os conceitos de Newton e kgf	2		X	
E5.6	Saber fazer a leitura de diversos dinamômetros	1		X	
E5.7	Aplicar na prática, coisas que aprendemos na teoria.	1			X
E5.8	Medir a força aplicada em várias situações	1		X	
E5.9	Exercitar nossa sabedoria resolvendo determinados módulos e os exercícios propostos na atividade.	1			X

O objetivo mais identificado pelos grupos foi *Compreender, através de experimentos, quando um corpo está em equilíbrio*. Quatro grupos identificaram esse objetivo. Esse objetivo não aparece de forma explícita no roteiro, ele estava na forma de uma pergunta. Em segundo lugar, aparecem dois objetivos: *Aprender a manusear os dinamômetros* e *Compreender a função das roldanas fixas*. O objetivo *Aprender a manusear os dinamômetros* foi identificado por três dos oito grupos. O título dessa atividade era *Dinamômetros*, e seu roteiro tinha um pequeno texto de introdução explicando para que servem os dinamômetros, as escalas nas quais eles podiam ser calibrados (gf, kgf e N) e a equivalência das três escalas. Isso possivelmente levou os três dos grupos identificar esse objetivo. O objetivo *Compreender a função das roldanas fixas*, foi identificado por três grupos. Esse objetivo também não aparece de forma explícita no roteiro ele aparece na forma de questão. Outro fator importante é que todas as montagens do roteiro envolviam roldanas. Isso pode ter contribuído para que esses três grupos identificassem esse objetivo. Dois grupos destacaram o objetivo *Entender os*

*conceitos de Newton e kgf*, sendo que esse objetivo não aparece de forma explícita no roteiro. No texto de introdução vem explicando as escalas em que os dinamômetros podem ser calibrados e a equivalência dessas escalas. Isso deve ter induzido esses grupos a identificarem tal objetivo.

**TABELA XI**  
**OBJETIVOS DA ATIVIDADE 5, CONFORME IDENTIFICADOS PELOS GRUPOS DE ALUNOS,**  
**SEGUNDO SUA NATUREZA E SUA DIMENSÃO TEMPORAL**

Cód.	Respostas dos alunos sobre os objetivos da atividade	Classificação dos objetivos			
		Natureza dos objetivos		Dimensão temporal	
		Conceitual	Procedimental	Imediato	Amplio
E5.1	Aprender manusear os dinamômetros		3	3	
E5.2	Aprender a calibrar os dinamômetros		1	1	
E5.3	Compreender através de experimentos quando um corpo está em equilíbrio.	4		4	
E5.4	Compreender a função das roldanas fixas	3		3	
E5.5	Entender os conceitos de Newton e kgf	2		2	
E5.6	Saber fazer a leitura de diversos dinamômetros		1	1	
E5.7	Aplicar na prática, coisas que aprendemos na teoria.	1			1
E5.8	Medir a força aplicada em várias situações		1	1	
E5.9	Exercitar nossa sabedoria resolvendo determinados módulos e os exercícios propostos na atividade.		1		1
	<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>7</b>	<b>15</b>	<b>2</b>

Nesta atividade a maior parte dos objetivos que os alunos identificaram está relacionada ao conteúdo de natureza conceitual (10 em 17 ou 58,8%) e imediatos (15 em 17 ou 88,2%). O maior número de objetivos procedimentais estão ligados ao fazer medidas, como na primeira atividade prática. O roteiro dessa atividade apresenta quatro montagens e solicita que aluno faça várias medidas utilizando régua e dinamômetro. Nesta atividade foi a primeira vez que os alunos tiveram contato com um dinamômetro.

### 3.3 COMPARAÇÃO DOS OBJETIVOS IDENTIFICADOS PELOS ESTUDANTES NA SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES

As atividades práticas que observamos foram orientadas por roteiros que têm como características distintas uma opção por não usar textos descritivos e explicativos, preferindo instruções focalizadas na realização de uma subtarefa imediata e questões para serem respondidas. Este tipo de roteiro contrasta marcadamente com os tradicionais roteiros de atividades práticas, cujos protótipos talvez sejam os roteiros das atividades práticas do PSSC. Nesse caso os roteiros são descritivos, explicativos e problematizadores. Ao nosso ponto de vista, essas são características de um texto bem articulado. Já nos roteiros que orientam as atividades observadas os textos são fragmentados e sem coesão. As razões pelas quais a escola em que realizamos as observações passou a adotar roteiros com tais características não foram explicitamente investigadas, mas podemos levantar algumas hipóteses. A escola observada teve na década de 70 um conjunto de assessores pedagógicos ingleses, e um assessor de Física que escreveu um livro para uso na escola e que foi utilizado, com modificações até meados da década de 1980. Por isso, podemos dizer que há uma similaridade formal entre o tipo de roteiro adotado e aqueles presentes nos livros ingleses, principalmente no projeto Nuffield, no livro que o assessor escreveu especialmente para uso na escola na década de 70, e nos livros de projetos experimentais desse mesmo assessor. Assim uma primeira hipótese aponta para a influência do material didático trazido pelos assessores ingleses. Uma segunda hipótese é a influência de uma crença muito difundida entre os professores de física mineiros de que os alunos têm preguiça de ler. Por isso mesmo, é que roteiros como os do PSSC, se adotados não seriam lidos pelos alunos, o que justifica a introdução de roteiros minimalistas. Uma terceira hipótese diz respeito ao reconhecimento da importância, para a aprendizagem sobre a natureza da ciência, do uso de atividades de



investigação “abertas”, no sentido de que se deve deixar muita liberdade ao aluno no desenvolvimento da atividade, como um cientista tem ao desenvolver suas investigações.

De qualquer forma, a opção pelo uso de roteiros desta natureza pode trazer conseqüências não desejadas. A tabela XII mostra uma síntese dos objetivos identificados segundo o seu grau de explicitação no texto. Se considerarmos o conjunto de 5 atividades práticas observadas, foram identificados pelos estudantes 89 objetivos. Os objetivos implícitos são muito menos identificados pelos alunos do que os objetivos explícitos ou quase explícitos. Mas não há diferença percentual significativa entre a identificação de objetivos explícitos e quase explícitos. Relembramos que adotamos como explícitos aqueles objetivos que eram sinalizados de forma textual no roteiro e como quase-explícitos os objetivos que podiam ser facilmente inferidos a partir de pistas textuais ou procedimentais do roteiro. Assim esse resultado nos autoriza a afirmar que os estudantes conseguem identificar os objetivos das atividades práticas mesmo quando eles não são textualmente enunciados nos roteiros e para serem identificados exigem que os estudantes façam inferências a partir de pistas textuais, procedimentais ou até mesmo de pistas difusas, fornecidas pelo professor ao realizar as atividades práticas.

**TABELA XII**  
**NÚMERO DE OBJETIVOS IDENTIFICADOS PELOS ESTUDANTES EM CADA ATIVIDADE DA**  
**SEQÜÊNCIA OBSERVADA, SEGUNDO O GRAU DE EXPLICITAÇÃO DO OBJETIVO NO TEXTO DO**  
**ROTEIRO**

Grau de explicitação do objetivo no texto do roteiro	Atividades					Total	
	1	2	3	4	5	N	%
Explícitos	17	4	4	4	4	33	37,1
Quase-explícitos	6	14	8	4	11	43	48,3
Implícitos	4	0	3	4	2	13	14,6
<b>Total</b>	27	18	15	12	17	89	100

Na tabela XIII apresentamos os objetivos identificados pelos alunos na seqüência de atividades segundo a natureza do objetivo. Se considerarmos o conjunto de objetivos identificados na seqüência como um todo, percebemos que os estudantes identificam tanto

objetivos conceituais quanto objetivos procedimentais: a diferença entre as percentagens desses dois tipos de objetivos não é significativa do ponto de vista estatístico, ou seja, devemos nos contentar em atribuir tal diferença a um mero acaso e não a uma maior facilidade dos estudantes para identificar objetivos conceituais. Já se consideramos os objetivos identificados segundo seu desdobramento ao longo do tempo, notamos que os estudantes identificam mais facilmente os objetivos imediatos em detrimento dos objetivos mais amplos, que só se realizam de forma mais global após uma seqüência de atividades, ao longo de várias semanas utilizando-se atividades práticas. Por outro lado, esse é um resultado de certa forma esperado.

**TABELA XIII**  
**NÚMERO DE OBJETIVOS IDENTIFICADOS PELOS ESTUDANTES EM CADA ATIVIDADE DA**  
**SEQÜÊNCIA OBSERVADA, SEGUNDO A NATUREZA DOS OBJETIVOS IDENTIFICADOS**

Natureza do objetivo identificado	Atividades					Total	
	1	2	3	4	5	N	%
Conceituais	11	9	9	8	10	47	52,8
Procedimentais	16	9	6	4	7	42	47,2
<b>Subtotal</b>	<b>27</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>89</b>	<b>100</b>
Imediatos	17	12	10	12	15	66	74,2
Amplos	10	6	5	0	2	23	25,8
<b>Subtotal</b>	<b>27</b>	<b>18</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>89</b>	<b>100</b>

Podemos investigar se o grau de explicitação do objetivo no texto influi na facilidade de identificar objetivos conceituais e procedimentais ou objetivos imediatos e amplos. As tabelas XIV e XV mostram os dados em tabelas de dupla entrada. Examinando tais tabelas notamos que não há grandes diferenças percentuais entre a distribuição de objetivos conceituais e dos objetivos procedimentais pelos três graus de explicitação dos objetivos nos roteiros. Ou seja, os estudantes identificam igualmente bem objetivos conceituais e procedimentais, sejam eles explícitos, parcialmente explícitos ou implícitos.

**TABELA XIV**  
**NÚMERO DE OBJETIVOS CONCEITUAIS E PROCEDIMENTAIS IDENTIFICADOS**  
**PELOS ESTUDANTES NOS ROTEIROS DAS ATIVIDADES PRÁTICAS, SEGUNDO O GRAU DE SUA**  
**EXPLICITAÇÃO NO TEXTO DO ROTEIRO**

Grau de Explicação dos Objetivos	Objetivos Conceituais							Objetivos Procedimentais						
	Atividades					Total		Atividades					Total	
	1	2	3	4	5	N	%	1	2	3	4	5	N	%
Explícito	7	4	4	4	0	19	40,4	10	4	0	0	8	22	33,3
Parcialmente Explícito	1	5	2	2	9	19	40,4	5	9	6	2	2	24	57,2
Implícito	3	0	3	2	1	9	19,2	2	0	0	2	1	5	9,5
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>47</b>	<b>100</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>51</b>	<b>100</b>

**TABELA XV**  
**NÚMERO DE OBJETIVOS IMEDIATOS E AMPLOS IDENTIFICADOS PELOS ESTUDANTES NOS**  
**ROTEIROS DAS ATIVIDADES PRÁTICAS, SEGUNDO O GRAU DE SUA EXPLICITAÇÃO NO TEXTO**  
**DO ROTEIRO**

Grau de Explicação dos Objetivos	Objetivos Imediatos							Objetivos Amplos						
	Atividades					Total		Atividades					Total	
	1	2	3	4	5	N	%	1	2	3	4	5	N	%
Explícito	13	4	4	4	8	33	45,3	4	4	0	0	0	8	16,0
Parcialmente Explícito	2	8	6	4	11	31	48,4	4	6	2	0	0	12	48,0
Implícito	1	0	0	4	0	5	6,3	4	0	3	0	2	9	36,0
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>69</b>	<b>100</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>29</b>	<b>100</b>

Examinando na tabela XV a distribuição de objetivos imediatos e amplos pelos graus de explicação dos objetivos nos roteiros notamos que há diferenças importantes. Assim, enquanto que os objetivos explícitos são 45,3 % do total de objetivos imediatos, eles são apenas 16,0% dos objetivos amplos. Já os objetivos implícitos são apenas 6,3% do total de objetivos imediatos mas são 36,0% do total dos objetivos amplos. Diferenças tão grandes são indícios de que elas não se devem a um mero acaso<sup>1</sup>, mas são sim frutos de um efeito

<sup>1</sup> Para verificar se há interferências podemos organizar tabelas de contingências 2 X 2 e calcular o chi-quadrado. O chi-quadrado é uma estatística que serve para decidir se há alguma associação entre as duas variáveis, grau de explicação e a natureza conceitual ou procedimental do objetivo. O valor encontrado nos diz se há ou não uma tal associação. Se testarmos os objetivos imediatos e amplos contra seu grau de explicação (tabela 16) encontraremos um chi-quadrado de 9,12 que nos diz que a diferença é significativa e não fruto do mero acaso

sistemático, que julgamos ser uma característica dos roteiros: os objetivos mais amplos, que para se realizarem precisam de uma seqüência de atividades educacionais não são explicitados sequer parcialmente nos roteiros. Ou seja, constata-se aquilo que já prevíamos, que os autores dos roteiros optaram por deixar aos alunos a percepção e identificação destes objetivos mais amplos. Se examinarmos a lista dos objetivos implícitos identificados pelos alunos veremos que eles são expressos de forma muito vaga, tais como “*aplicar na prática, coisas que aprendemos na teoria*” ou “*ampliar os conhecimentos sobre Física.*” Assim, podemos suspeitar que do ponto de vista qualitativo também há uma diferença entre a expressão dos objetivos implícitos identificados pelos estudantes e a dos objetivos explícitos ou parcialmente explícitos, visto que esses são expressos de forma mais bem definida do que aqueles. Finalmente acreditamos poder afirmar que há, de fato, um diferencial na compreensão dos estudantes: eles compreendem melhor os objetivos explícitos ou parcialmente explicitados no roteiro do que aqueles objetivos mais amplos que permanecem implícitos nos roteiros.

---

**Tabela XVI** – Tabela de contingência para teste, por chi-quadrado, da existência de associação entre o grau de explicitação do objetivo no roteiro e sua dimensão temporal

	Objetivos imediatos	Objetivos Amplos	Total
Explícitos	33	8	41
Implícitos	4	9	13
Total	37	17	64
Chi-quadrado			9,12

---

## **CAPÍTULO 4**

### **UM ESTUDO DE CASO SOBRE A NATUREZA DOS PROPÓSITOS QUE PROFESSORES E ALUNOS IDENTIFICAM PARA UMA ATIVIDADE**

---

Neste capítulo apresentaremos um estudo de caso da atividade “Medida do tempo de reação” que faz parte da seqüência de atividades analisadas no capítulo anterior. Pretendemos com essa análise responder a seguinte questão: Em que extensão o conjunto de objetivos imaginados pelos autores de uma atividade é compreendido pelos alunos que a vivenciam e por outros professores? Para responder essa pergunta, vamos analisar a entrevista realizada com os autores dessa atividade na década de 70, a entrevista do professor que propôs essa atividade para ser utilizada no ano de 2000, os registros escritos e os registros de áudio dos alunos que desenvolveram essa atividade e uma entrevista com dois grupos professores de Física, selecionados de acordo com o tempo de magistério e a experiência docente em desenvolver aulas de laboratório.

#### **4.1 - DIFERENÇA ENTRE PROPÓSITOS E OBJETIVOS DAS ATIVIDADES DE LABORATÓRIO**

Usaremos freqüentemente nesse capítulo os termos *propósitos pedagógicos* e *objetivos* de atividades atribuindo a cada um deles, um significado diferente. Em nossa visão, os *propósitos pedagógicos* referem-se às razões que levaram o professor a incluir uma determinada atividade de laboratório numa seqüência de ensino, e a organizá-la de um determinado modo, adequando-a ao tempo e à unidade de trabalho, e, finalmente, incluindo-a no planejamento para obter um determinado resultado de aprendizagem. Por outro lado, entendemos *objetivo* como meta ou fim mais imediato e específico, que determina o que será feito em uma atividade particular. Assim, objetivo refere-se às aprendizagens específicas que se pretende promover com a atividade, enquanto propósito pedagógico está ligado à formação que se pretende que os estudantes alcancem ao final do curso. Uma outra diferença entre esses dois conceitos é que os objetivos são mais próximos à consciência do que os propósitos, ou

seja, os objetivos tendem a ser mais próximos da consciência, embora, às vezes, permanecem implícitos no discurso do professor. É exatamente por isso que os objetivos são mais facilmente declaráveis verbalmente ou por escrito. Em contrapartida, os propósitos tendem a ser preferencialmente implícitos ou tácitos e, por essa razão, são mais difíceis de serem recuperados pela consciência. Em geral, não conseguimos explicitar de forma clara, verbalmente ou por escrito, nossos propósitos para um curso, a não ser na forma de clichês algumas vezes vazios.

Consideramos importante a distinção entre propósitos e objetivos e acreditamos que ela pode ser utilizada para discutir se os professores fazem escolhas de materiais ou tomam decisões pedagógicas ao sabor das circunstâncias, ou de forma racional e planejada. Acreditamos que as escolhas e decisões são muito mais influenciadas pelas circunstâncias sociais, materiais, hábitos arraigados e crenças pessoais do que por argumentos racionais. Além disto, acreditamos que os planos de curso são, em larga medida, feitos de forma rotineira e burocrática, ainda que reconheçamos o trabalho de alguns, mais abnegados, e de outros, dotados de padrões profissionais mais fortes. Também acreditamos que o professor, se questionado, consegue apresentar argumentos válidos e que podem justificar suas condutas, e mesmo lhes permitir se sentirem moralmente confortáveis com essas condutas. Todavia, dentre as justificativas mais usuais para as escolhas adotadas estão as péssimas condições de trabalho e, principalmente, a indigna remuneração do trabalho docente. As editoras sabem disto e usam essa informação de forma consciente em seu marketing. Elas fornecem livros do professor e outros recursos que anunciam facilitar a vida dos professores, principalmente o planejamento dos cursos. E, de certa forma, incentivam os professores a não se preocuparem em esclarecer seus propósitos pedagógicos ou seus objetivos para as atividades: tudo isso já está embutido no livro do professor e em outros recursos disponíveis. Desta forma, as escolhas dos professores são fortemente influenciadas pelos autores de material didático, que

passam a exercer um papel central na definição do currículo. A partir de todas essas considerações, podemos legitimamente perguntar: afinal, de quem são os propósitos educacionais presentes na sala de aula?

Aparentemente, os autores e editores trabalham com uma noção de que o livro didático, enquanto um objeto artificial, foi desenvolvido para permitir atingir propósitos educacionais bem definidos. E mais, parecem acreditar que podem direcionar as ações de professores e alunos, seja em sala de aula ou fora dela, para que consigam alcançar os propósitos pedagógicos estabelecidos. Para conseguir isso, os autores e editores atuam naquilo que é permitido: a seleção de propósitos, de conteúdos e a forma de distribuir o conteúdo que é, em última análise, o formato editorial do texto. Mas, os editores, mais que os autores, sabem que não basta ter um bom texto para que o mercado o absorva. É necessário um intenso trabalho de convencimento dos professores para adotarem um livro, um trabalho intenso para criar uma imagem positiva do livro.

O que parece estranho é a adoção dessa mesma crença por uma parte da comunidade de educação em ciências, principalmente ao longo da última década. Desde meados da década de 1980 inúmeros movimentos de reforma educacional surgiram ao redor do globo. Em geral, essas reformas buscavam alterar os propósitos pedagógicos, estabelecer novos padrões de avaliação educacional e incentivar o desenvolvimento e disseminação de novos materiais didáticos. No Brasil, há vários exemplos de reformas que buscavam alterar os propósitos pedagógicos e estabelecer novos padrões de avaliação educacional: a Escola Plural, os PCNs, as Propostas Curriculares de Ciências para o Ensino Fundamental e de Física para o Ensino Médio dos Estados de Minas Gerais (1998), e do Espírito Santo (1999). Há, também, exemplos de iniciativas preocupadas com o desenvolvimento e disseminação de novos materiais didáticos como o projeto do GREF (1991).



Tanto no Projeto GREF, quanto nas iniciativas de Minas Geras e do Espírito Santo, há uma idéia de que os professores podem alterar sua forma de ensinar os conteúdos e os propósitos pedagógicos por eles adotados se tiverem à sua disposição um material didático que exemplifique aquilo que se pretende. Todos esses projetos apostavam, ainda, por razões diferentes, na noção de que a chave para a mudança do ensino e da aprendizagem é a mudança do professor, e que o livro do professor é a ferramenta preferencial para mediar tal mudança. Assim, o GREF inicia a sua disseminação pelo Livro do Professor, e não pelo livro do aluno. Nos projetos de Minas Gerais, a produção de materiais didáticos é centrada em unidades temáticas<sup>2</sup>. Uma unidade temática é concebida de uma forma flexível como um material didático que se adapta em diferentes contextos de ensino e pode atender às necessidades dos professores mais experientes e menos experientes. Essas unidades são organizadas em torno de atividades teórico-práticas e são compostas por um manual para o professor, um texto para o aluno e um conjunto de folhas de atividades, recursos didáticos e materiais para avaliação (BORGES, FILOCRE e GOMES, 1996). A inspiração para tais unidades de ensino vem do trabalho do Grupo da Universidade de York que desenvolvia materiais didáticos a partir de uma metáfora de *design* em engenharia.

No entanto, havia uma diferença entre essa concepção de desenvolvimento de materiais didáticos como design, e a atuação clássica de autores e editores: no trabalho de design levava-se em consideração, com uma ênfase especial, os resultados das pesquisas realizadas na área de educação em ciência, em particular aquelas que diziam respeito às características dos professores e às dificuldades de aprendizagem dos alunos. Assim, por exemplo, o Grupo de York adota como princípio básico à idéia de que o material de ensino deve ser instigante e motivador para o aluno, e que deve servir como suporte para professores

---

<sup>2</sup> Uma denominação mais antiga, adotada nos primeiros trabalhos desenvolvidos no CECIMIG e que formam o embrião das propostas dos projetos mineiro e capixaba, é “unidades de ensino autônoma” (BORGES, FILOCRE e GOMES, 1996).

novatos e experientes. Nesse último caso, leva-se em conta, também, que professores novatos e experientes interagem de forma diferenciada com os materiais de apoio. Tais princípios também foram adotados nos trabalhos pioneiros do CECIMIG, e dali se disseminaram para os Projetos de Minas Gerais e Espírito Santo.

Essa característica distintiva pode não parecer importante à primeira vista, mas no cerne da metáfora do *design* para o desenvolvimento de materiais didáticos está a noção de projetar objetos artificiais (SIMON, 1999). Para SIMON, a tarefa central do *designer* é conceber como as coisas poderiam ser para atingir as metas e para funcionar. Ou seja, um objeto artificial, como um livro didático, é desenvolvido para funcionar e alcançar os propósitos. Uma grande novidade introduzida por SIMON (idem), em seu livro, é mostrar que a *“realização do propósito, ou a adaptação para a meta envolve entre outros três termos: o propósito ou meta, o caráter do artefato e o ambiente em que o artefato atua”*. E mais à frente propõe que o artefato poderia ser visto como uma interface que separa um ambiente interior, a substância e organização do próprio artefato, e um ambiente exterior, especulando que *“se o ambiente interior é adequado ao ambiente exterior e vice-versa, o artefato servirá aos propósitos pretendidos”*. Ora, levando isso para o desenvolvimento de um livro didático, o ambiente interior é constituído pelos conteúdos selecionados, e é expresso em textos, gráficos, figuras e equações, tanto quanto pela formatação editorial do próprio livro. Já o ambiente exterior é composto pelos professores, alunos e escolas em que o livro será usado.

Ao referenciar-se nas pesquisas sobre o ambiente exterior, os pesquisadores do grupo de York e do CECIMIG estavam tentando descobrir como deveria ser o livro ou a unidade temática para satisfazer o ambiente externo, atendendo implicitamente ao princípio anunciado por Herbert Simon.

O caso que estudamos nesse capítulo tenta entender em que medida os propósitos dos autores estão impregnados no material didático e em que medida tais propósitos são

percebidos por alunos e professores, novatos ou experientes, e, enfim, em que medidas se realizam.

#### **4.2 – UM POUCO DA HISTÓRIA DO DESENVOLVIMENTO DA ATIVIDADE**

A escolha da atividade prática 1, intitulada “*Medida do tempo de reação para uma pessoa sentir com uma mão e agir com a outra*”, para um estudo mais detalhado se deve ao fato de tal atividade possuir uma longa história dentro da escola em que colhemos os dados empíricos para esse estudo. Essa atividade vem sendo desenvolvida por alunos há décadas, ainda que com várias formulações do roteiro. Algumas reflexões sobre seus resultados foram publicadas em uma revista de ensino de Física com circulação nacional (OLIVEIRA, PANZERA; GOMES & TAVARES, 1998)

Esta atividade foi concebida inicialmente na década de 70 e foi inspirada em uma atividade proposta por um assessor pedagógico na área de ensino de física da escola em que colhemos os dados analisados neste trabalho, entre 1971 e 1974, e que havia sido membro da equipe do Projeto Nuffield nos últimos anos da década de 1960.

Durante o tempo que o assessor trabalhou na escola, ele escreveu um livro texto específico para a escola que continha uma série de atividades simples, que envolviam pequenos cálculos e demandavam um tempo muito pequeno para serem realizadas. Dentre elas, estava a atividade “Medida do Tempo de Reação” (anexo 1). O roteiro desta atividade começava com a seguinte pergunta: “*Se você está dirigindo e alguém para repentinamente em frente ao seu carro, como você poderia reagir rapidamente e acionar os freios*”? Na seqüência do roteiro, é explicado que o tempo de reação é “*o tempo gasto para um sinal luminoso percebido pelos olhos ser transformado em sinal elétrico e ser transmitido ao longo*

*dos nervos para o cérebro, bem como do cérebro ao longo de outros nervos para os músculos”.*

O roteiro de tal atividade propõe medir o tempo de reação, através da medida do tempo que uma pessoa gasta desde o momento em que vê uma régua sendo solta, até o momento em que ela consegue segurar a régua. A atividade é desenvolvida em dupla e um dos alunos segura uma régua verticalmente de forma que o marco zero da régua fique entre o dedo polegar e dedo indicador do outro aluno. O aluno que está segurando a régua, a solta sem avisar. O outro deve segurá-la o mais rápido possível. A medida deve ser repetida diversas vezes para se obter um valor médio. Esse valor representa o tempo gasto desde que o aluno vê a régua ser solta, até que ele consiga segurá-la. Em seguida, o roteiro apresenta dois problemas: 1º) Determinar a distância que um carro deveria estar, caso o motorista percebesse um obstáculo e precisasse frear, com o carro a 80km/h; 2º) Levantar uma hipótese para estimar a velocidade dos impulsos nervosos e determinar a velocidade média desses impulsos.

O assessor também é autor de um livro de Física, publicado na Inglaterra. Na introdução desse livro, ele apresenta um texto descrevendo um fato que ocorreu em 1796, no Observatório de Greenwich sobre a descoberta do tempo de reação. Ele conta que:

*O astrônomo chefe Maskelyne, demitiu um de seus assistentes porque havia uma diferença de meio segundo entre suas próprias observações e de seu assistente. Dez anos depois, o astrônomo Bessel leu sobre o incidente na história do observatório e constatou a ocorrência freqüente de erros de tempo similares, por diversos astrônomos. Depois de alguns anos de comparação de dados produzidos por vários outros astrônomos, Bessel provou que existia uma sistemática e consistente diferença entre a velocidade com que cada um dos astrônomos reagia a um evento observado. Ele também, estabeleceu a característica do tempo de reação - a equação pessoal - de vários de seus colegas. Os estudos de Bessel foram continuados por outros astrônomos durante três décadas. Neste período, o desenvolvimento de instrumentos mais precisos de registro automático, tornou possível alcançar a “equação pessoal absoluta”. Cinquenta anos depois da descoberta de Bessel, Von Helmholtz publicou um artigo mostrando que a taxa de condução dos impulsos nervosos poderia ser medida, isto é, a transmissão dos impulsos nervosos não era instantânea como tinha sido previamente assumido (Bolton, 1974).*

Fizemos uma análise rápida e superficial do *Patterns*<sup>3</sup>, para conhecer um pouco mais sobre as concepções pedagógicas de Bolton e coletarmos informações que nos permitissem inferir os seus propósitos ao propor a atividade “Medidas do tempo de reflexo” para os estudantes da escola. Ao realizar essa análise fizemos uma leitura do livro tentando responder as seguintes perguntas: De que maneira os temas eram introduzidos? Como os conceitos científicos eram abordados no decorrer dos textos? Quais as características das atividades?

Essa análise nos permitiu perceber que todos os temas abordados no livro são introduzidos de maneira semelhante: às vezes com problemas, cujas respostas não são dadas de imediato, às vezes com ponto de vistas de vários estudiosos, trechos de livros, artigos de revistas e jornais sobre o assunto em questão. No decorrer dos textos sempre são apresentados exemplos e perguntas que remetem ao cotidiano das pessoas. Os “conceitos científicos” são introduzidos a partir destes exemplos e são utilizados numa tentativa de levar o aluno a relacionar os fatos vivenciados fora da escola com os conhecimentos ensinados dentro da escola. De uma maneira geral, os exercícios apresentam as seguintes características: realização de medidas e cálculos; avaliação se os valores obtidos nos cálculos são pertinentes para situações cotidianas; relação de conceitos; contraposição de argumentos; problemas práticos; solicitação para o estudante argumentar, explicar ou se posicionar diante de situações problemáticas; solicitação do estudante para relacionar trechos de textos com que está sendo estudado, e etc.

Ao analisar o livro com estes critérios podemos inferir que Bolton tinha como preocupação fundamental, naquele momento, construir um currículo de Física mais significativo para a vida dos alunos, que abordasse a física em situações que fizessem parte da

---

<sup>3</sup> Durante sua estadia em Belo Horizonte, o assessor escreveu simultaneamente pelo menos dois livros textos, o *Patterns in Physics* e um livro escrito para ser utilizado na escola em que colhemos os dados de nossa pesquisa. Esse foi traduzido pela equipe da escola e usado durante muitos anos na forma de apostila. Nunca foi feita uma edição formal deste livro. No momento em que fizemos a análise mencionada, os originais da apostila estavam inacessíveis, daí a opção por analisar o livro *Patterns in Physics*.

vida prática deles. Entre os pesquisadores em ensino de Ciências há uma corrente que reconhece ser a aprendizagem de novos conhecimentos favorecida pela abordagem contextualizada dos temas curriculares. Por exemplo, Campell (1993) defende que o ensino de Ciências contextualizado pode proporcionar aos estudantes uma representação mais fiel da ciência e de seu papel na vida das pessoas. Assim, a contextualização permite ao aluno atribuir significado aos conteúdos curriculares, relacionando o que se aprende na escola com o que se faz, vive e observa no dia a dia.

A análise do livro *Patterns* e do roteiro da atividade, juntamente com uma entrevista que fizemos com professores que trabalharam com assessor de física nessa época, nos forneceu indícios para inferirmos que os propósitos pedagógicos do assessor com essa atividade eram: motivar e aumentar o engajamento dos alunos com o estudo dos conceitos da cinemática e criar um contexto para discutir erros e medidas: o erro que está inerente a qualquer medida que se faz; discutir o tempo de reação como algo que está inerente ao medidor; discutir fisicamente os efeitos do tempo de reação em diferentes situações do cotidiano, como por exemplo no trânsito.

No final da década de 70, início da década de 80, uma nova versão da atividade “Medidas do Tempo de Reação” foi elaborada pelo grupo de professores da escola. Porém, essa nova versão, também denominada “Medida do Tempo de Reação” diferia muito da outra. Ela dava orientações para medir o tempo de reação de uma pessoa, medindo o tempo gasto entre “o sentir e o agir”. A atividade proposta por assessor propunha medir o tempo de reação, medindo o tempo gasto entre “o ver e o agir”.

Na atividade “Medida do tempo de reação entre o sentir e o agir”, o aluno mede o tempo que ele gasta desde o momento em que ele sente o aperto de mão de um colega, até o momento em que ele aperta a mão do outro colega. Para realizar tal medida propõe-se que um grupo de pessoas forme uma roda de mãos dadas. Uma das pessoas segura um cronômetro em

uma das mãos e dispara o cronômetro ao mesmo tempo em que aperta a mão do colega ao lado. Este colega, ao sentir o aperto em uma de suas mãos, usa a outra, para apertar a mão do colega seguinte, o mais rápido que puder. Assim, o sinal desloca-se ao longo de toda a roda até atingir novamente a mão da pessoa que está com o cronômetro. Nesse momento, o cronômetro é parado e a medida do tempo é realizada. O processo é repetido algumas vezes para aumentar a confiabilidade da medida. O valor obtido é dividido pelo número de pessoas da roda e assim, obtém-se o tempo de reação médio por pessoa.

Entrevistamos dois dos professores que estiveram envolvidos na reformulação da atividade no final da década de 1970. Um deles mencionou ao ser entrevistado que a versão reformulada incluía algumas questões que pretendiam dar mais significado à medida realizada. As questões mencionadas por ele (ver Quadro 1), ainda persistiam numa das versões do roteiro da atividade produzida no início da década de 1990 e utilizada em um curso de aperfeiçoamento de professores da Rede Estadual de Ensino (SEEMG/UFMG/CECIMIG, 1992).

#### Quadro 1

##### Questões do roteiro da atividade “Medidas do Tempo de Reação” proposta na década de 70.

*É comum vermos no futebol, na cobrança de pênalti, o goleiro pular para um lado e a bola entrar do lado oposto. Por que isso ocorre? Será que isto só acontece quando o goleiro é “frangueiro”?*

*Uma determinada espécie de dinossauro atingia um comprimento de cerca de 25 metros da cabeça à ponta da cauda. Supondo que a velocidade de transmissão dos impulsos nervosos no dinossauro fosse igual à nossa, que tempo demoraria para o dinossauro sentir e reagir a uma mordida na ponta do rabo? Você acha que esse resultado é razoável em termos de sobrevivência do dinossauro? Que hipóteses podemos fazer sobre a viabilidade desse resultado?*

Esta atividade, no ponto de vista dos dois professores entrevistados e que fizeram parte do grupo que a reformulou, tinha como objetivo ser uma atividade de motivação, para engajar os alunos no estudo da cinemática que, na opinião deles, é tradicionalmente muito abstrato e muito fora do contexto da vida cotidiana dos estudantes. Um dos professores entrevistados

explicitou que por trás desta atividade, havia uma premissa pedagógica: o ensino deveria ser atraente, gostoso e prazeroso. Uma outra premissa era mostrar que a Física é engenhosa e genial, que existem medidas indiretas muito criativas que despertam em quem está aprendendo a admiração, o sentimento de coisa fantástica. Ao mesmo tempo, essa atividade apresentava textualmente como objetivo o de discutir medidas e erros de medidas.

Quase três décadas depois de ser concebida, a atividade “medida do tempo de reação para uma pessoa sentir e agir com as mãos” ainda faz parte das aulas de laboratório do 1º ano da escola em que colhemos nossos dados. No ano de 2000, tal atividade estava inserida dentro de um roteiro que propunha duas atividades e apresentava um título geral: “Medidas de Tempo e Espaço”, apresentado no capítulo 2. Este roteiro orientou a primeira atividade dos alunos do primeiro ano no laboratório de Física.

A atividade “Medida do tempo de reação para sentir e agir com as mãos” era a primeira atividade do roteiro e apresenta o mesmo texto de instruções da atividade concebida no final da década de 1970. O roteiro dessa atividade apresentava as questões reproduzidas no quadro 2.



## Quadro 2

### Questões do roteiro da atividade “Medidas do Tempo de Reação” proposta no ano de 2000.

- A) *Como determinar o tempo médio de reação, por pessoa, entre sentir e agir?*
- B) *O que pode alterar esse resultado?*
- C) *O que pode causar erro nesta medida?*
- D) *Por que é que o sentir e o agir não são instantâneos?*
- E) *Você acha que a velocidade (em km/h) dos impulsos nervosos é mais próximo de 1, 10, 100 ou 1000, isto é, qual é a ordem de grandeza desta velocidade ?*
- Meça a velocidade dos impulsos nervosos.*
- F) *Justifique a diferença entre a sua previsão e a sua medida.*

### 4.3 - OS PROPÓSITOS PEDAGÓGICOS DO COORDENADOR DA SÉRIE

Para identificar os propósitos pedagógicos envolvidos no uso desta atividade no ano de 2000, entrevistamos o professor que foi coordenador da série, aquele que propôs o uso da atividade. No quadro 3 reproduzimos uma transcrição de parte dessa entrevista.

Essa entrevista nos mostra que para o coordenador da série, a atividade “Medidas de tempo e espaço”, possui objetivos imediatos de aprendizagem, e ao mesmo tempo está articulada com objetivos amplos, que não serão concretizados apenas com essa atividade. Desta forma, a atividade tem a meta de colocar em curso a realização dessas duas categorias de objetivos. Podemos inferir também, que existem objetivos explícitos e implícitos.

No primeiro trecho de fala, o coordenador deixa claro que o objetivo mais imediato da atividade é trabalhar com Algarismos Significativos e apresenta o pressuposto que não se pode trabalhar com Algarismos Significativos sem que se faça medidas. No terceiro e no sexto trecho de fala, ele novamente reforça esse objetivo. No roteiro da atividade, esse objetivo, aparece na forma de uma questão. Na reunião da equipe de docentes de Física da série, que

precedeu a aula em que iria ser desenvolvida a atividade, o coordenador deixou bem claro para os demais professores esse objetivo.

### Quadro 1

#### Entrevista com o coordenador sobre os propósitos pedagógicos da atividade.

1. *...As duas partes da atividade estão inseridas dentro do assunto “algarismos significativos”. Não adianta você trabalhar com algarismos significativos sem nunca ter feito uma medida.*
2. *....Então, medida de tempo e espaço é o primeiro assunto que a gente começa a trabalhar no primeiro ano dentro de cinemática. Nessa atividade ao mesmo tempo em que começa a discutir como é que mede o tempo e como é que mede o espaço, está embutido aqui, o conceito de algarismo significativo. Além disso, tem um objetivo: o laboratório. Como o laboratório é uma atividade de grupo, tem como objetivo fazer com que os alunos comecem a trabalhar em grupo. Essa é uma atividade especial, porque eles são obrigados a trabalhar em grupo, porque eles têm que fazer uma roda, interagir entre eles, então daí, forçosamente ele tem interagir como o outro. A medida dele depende da medida do outro então tudo isso entra em jogo aí.*
3. *....É interessante, que as duas primeiras medidas da primeira parte, são muito grandes, e então a gente discute porque convém desprezar estas medidas ou não e porque elas foram grandes em relação às outras. Começa a discussão dos algarismos significativos e dos erros de medidas.*
4. *...”Tem a ver” como se faz estas medidas, porque essa medida foi assim. Entender a atividade como está sendo feita. A manipulação do cronômetro. Como ele faz a medidas da escala, se ele sabe ler o cronômetro corretamente. Então é a interação do aluno com o instrumento de medida.*
5. *....Tem sempre essa questão do aluno nunca ter pego num instrumento para fazer medida. Na medida de distância, ele vai trabalhar com a trena. Normalmente, o aluno costuma esticar a trena para fazer uma medida de distância qualquer, sem examinar primeiro qual escala está sendo utilizada. Então, isso já é uma habilidade a ser desenvolvida. Depois que ele fizer a medida, ele vai fazer a leitura: “como é que é isso aqui?”, como deve ser feito. Então, essas questões aparecem na prática, e isso deve ser um motivo de reflexão depois da atividade. O aluno tem que examinar o instrumento antes de medir, ver quais são as unidades utilizadas, como é que vai medir.*
6. *....O procedimento de medida é importante na hora da medida. Você tem que destacar a questão do algarismo significativo na hora de fazer a medida. Trabalhar com erros de medidas.*
7. *....Tem o objetivo também de mostrar a questão da medida indireta. Que na Física muitas vezes você faz medidas indiretas. As medidas astronômicas, ou medidas de pequena distância ou de grande distância sempre você trabalha com medidas indiretas.*
8. *...A gente tenta conversar essas coisas todas com os alunos, mas eu acho que todos os detalhes, a gente não consegue passar. Porque é muita coisa, muita informação. Trabalhar com medidas, por exemplo, a gente vai fazer desde o início até o final do curso.*
9. *...Acho que os objetivos são esses. Têm alguns que não estão muito claros no roteiro, então, o professor tem que chamar atenção dos alunos para eles.*
10. *“A atividade pode funcionar como fator de motivação”*

No segundo trecho de fala, ele diz que uma das metas de ensino de laboratório é propiciar o trabalho em grupo. Por isso, um dos objetivos que ele atribuiu a essa atividade é o de fazer com que os alunos começassem a trabalhar em grupo. Esse objetivo está totalmente implícito no roteiro da atividade, mas foi enfatizado pelo coordenador na reunião da equipe. Nas palavras do coordenador:

*“Essa é uma atividade especial, porque eles (alunos) são obrigados a trabalhar em grupo, porque eles têm que fazer uma roda, interagir entre eles, então daí, forçosamente eles têm que interagir com o outro. A medida de um depende da medida do outro. Então tudo isso entra em jogo aí”.*

Entendemos que, nesta ocasião, o coordenador está explicitando alguns dos seus valores educativos, derivados de sua perspectiva sobre a função social da escola, dentre as quais, a socialização e trabalhar em grupo. Quando falamos em trabalhar em grupo, normalmente nós estamos nos referindo a uma atividade que envolve um conjunto de estratégias como, por exemplo: derivar conseqüências das posições de outros colegas, argumentar a favor de suas próprias idéias, escutar o que os outros falam, coordenar pontos de vistas diferentes, etc. Mas aparentemente o coordenador da série usa o termo em um sentido mais frouxo de começar a interagir até mesmo fisicamente e desenvolver um senso de que a atividade de uns depende daquela feita pelos outros.

No terceiro e no sexto trecho de fala, está claro que um outro objetivo é trabalhar com erros de medidas, mas esse objetivo não aparece explícito no roteiro, está na forma de uma questão que orienta a atividade.

No quarto, no quinto e no sexto trechos de fala, ele se refere ao objetivo *fazer medidas e trabalhar com instrumentos de medidas*. Ele destaca a utilização do cronômetro e a utilização da trena. O objetivo *fazer medidas* é o título da atividade. Desta forma, tal objetivo aparece em destaque no roteiro. Já o objetivo *trabalhar com instrumentos de medidas* está totalmente implícito no roteiro. O coordenador, entretanto, deu bastante ênfase a esse segundo objetivo durante a reunião com os outros professores.

No sétimo trecho de fala, ele destaca o objetivo *fazer medidas indiretas*, que aparece duas vezes no roteiro, nos itens três e quatro. No item três, tal objetivo está implícito, estando associado à discussão de uma questão. No item quatro, ele está parcialmente explícito.

No oitavo trecho de fala, o coordenador deixa claro que ele atribuiu muitos objetivos à atividade. Alguns deles seriam objetivos gerais, que os alunos não conseguiriam compreender

de imediato. Tais objetivos seriam mais bem entendidos pelos alunos ao longo da seqüência de ensino.

Em um artigo, em que o coordenador da série foi co-autor, ao descrever a atividade aqui analisada, os autores declaram que “(...) *a medição do tempo de reação pode se constituir em fator de motivação para introduzir noções relativas a medições e erros de medida*” (OLIVEIRA, J.; PANZERA, A.C.; GOMES, A.E.Q. & TAVARES, L., 1998). Desta forma julgamos adequado acrescentarmos o objetivo *funcionar como fator de motivação* na lista de objetivos para a atividade, apesar dele não ter sido explicitamente mencionado durante a entrevista.

A idéia de que a atividade possui objetivos que podem ser declarados e outros que não podem ou não devem ser explicitados nos remete a Schön (1987). Este autor fala sobre a necessidade de um contrato de aprendizagem entre o estudante e o professor. O estudante precisa aprender algo que, inicialmente, ele não consegue entender. Ele deve confiar na ajuda do professor para poder aprender. Mesmo que o professor explicita todos os objetivos da aprendizagem ou todo o conteúdo a ser desenvolvido, o estudante não conseguirá entendê-lo naquele momento. Mesmo para aprender, o estudante deve entrar nesse relacionamento que envolve dependência e confiança no professor. Esse contrato, na maioria das vezes, não se torna explícito, pois faz parte da cultura escolar.

#### **4.4 - A PRIMEIRA AULA DE LABORATÓRIO DOS ALUNOS DO PRIMEIRO ANO**

Descrevemos a seguir como se deu a primeira aula de laboratório de Física dos alunos de primeira série da escola. Para fazer esse relato estamos nos baseando em nosso diário de bordo, que contém nossas anotações realizadas durante as aulas. Logo no início da aula, o

professor distribuiu o roteiro e pediu que os alunos fizessem uma leitura silenciosa, depois tentassem identificar os objetivos da atividade e registrassem na folha distribuída à parte, a opinião consensual do grupo sobre quais seriam os objetivos da atividade. O professor agiu assim atendendo a uma solicitação, combinada entre nós anteriormente. Após a realização desta primeira tarefa, o professor distribuiu o cronômetro e a trena, para cada grupo. Pediu que eles investigassem o funcionamento dos dois instrumentos de medida. Dentro dos grupos de uma maneira geral, cada aluno pegou o cronômetro apertou os botões para fazê-lo funcionar e esticou a trena. Alguns mediram o comprimento do braço, a altura do colega e de objetos diversos. Passados aproximadamente 8 minutos, o professor chamou os diversos grupos para formarem uma única roda para colherem as medidas necessárias para o desenvolvimento da primeira parte da atividade. Ele não discutiu com a turma, os objetivos da atividade.

Depois que fizeram as medidas os diversos grupos voltaram para as mesas para analisar as medidas obtidas. O professor tinha registrado no quadro todas as medidas realizadas e explicou para a turma o que fazer com elas, a “necessidade” de descartar algumas medidas, pois as primeiras tinham sido realizadas como um teste, para os alunos entenderem como a atividade pode funcionar. O professor explicou também, um pouco sobre Algarismos significativos, visto que os alunos ainda não tinham trabalhado esse assunto nas outras aulas.

Durante a execução do restante do roteiro, o professor ficou rodando a sala e atendendo a solicitação dos grupos. Aparentemente, os grupos apresentaram algumas dificuldades em determinar a velocidade dos impulsos nervosos (item 3 da 1ª parte do roteiro) pois não sabiam qual a distância que eles iriam utilizar para fazer o cálculo e quase todos os grupos solicitaram a ajuda do professor.

Quando a turma passou para a segunda parte da atividade, o professor explicou os procedimentos para a realização desta parte da atividade para toda a turma. Depois os grupos

foram fazer as medidas do lado de fora do laboratório. Pouco tempo depois que os alunos voltaram para o laboratório, começaram a recolher os materiais pessoais para irem embora porque o tempo da aula já havia acabado e deixaram para terminar a atividade em casa.

Durante a aula no laboratório, não houve nenhum momento em que o professor discutisse explicitamente os objetivos da atividade, nem houve tempo para uma discussão de fechamento da atividade.

Apesar do professor não ter discutido os objetivos da atividade com os alunos, ele procurou oferecer oportunidades para que os alunos compreendessem os propósitos pedagógicos da atividade. Primeiramente, ele pediu que os grupos explorassem os instrumentos de medidas que eles iriam utilizar na atividade: a trena e o cronômetro. Essa atitude do professor possibilitou oportunidades aos alunos de se familiarizarem com o cronômetro. Em outro momento, ao registrar no quadro todas as medidas realizadas, ao discutir a grande diferença das primeiras medidas para as seguintes, e a importância de se trabalhar com Algarismos Significativos, o professor ofereceu aos alunos, a oportunidade de concretizar o propósito pedagógico *discutir erros de medidas*.

#### **4.5 - OBJETIVOS IDENTIFICADOS PELOS ALUNOS**

Estamos interessados em saber se o roteiro da atividade, concebido como um objeto artificial, satisfaz a conjectura levada por Simon (1999), isto é, se o ambiente interior é adequado ao ambiente exterior. Para isso analisamos inicialmente os objetivos identificados pelos estudantes para a atividade. Na turma que observamos, todos os grupos de alunos entregaram os registros escritos com os objetivos. Entretanto, já havíamos monitorado o desenvolvimento dessa mesma atividade em outras três turmas. Dessa forma, no final desse

monitoramento tínhamos o registro de dezessete grupos de alunos sobre os objetivos da atividade *Medidas do tempo de reação*.

Dos dezessete grupos de alunos que entregaram os registros escritos, como já discutimos no capítulo 3, sete identificaram como objetivo da atividade, *Medir o tempo de reação*. Este objetivo é o subtítulo da atividade e faz parte da orientação do roteiro e foi o objetivo mais identificado pelos grupos. O objetivo *calcular a velocidade dos impulsos nervosos* identificado por dois grupos e o objetivo *discutir diferença entre previsão e medida*, identificado por um grupo, não foram explicitados pelo coordenador, mas aparecem como questões no roteiro. Na lista de objetivos destacados pelos alunos apareceram: *Aplicar a teoria estudada* e *Chegar uma resposta que nos acrescente conhecimento e aprendizagem da Física*. No nosso ponto de vista, esses objetivos demonstram a concepção que alguns estudantes tem sobre a função geral das atividades de laboratório.

Dos objetivos declarados pelo coordenador, apenas três foram identificados pelos grupos de alunos. Ainda assim, aparentemente o roteiro está adaptado para o ambiente exterior do ponto de vista dos alunos. No entanto, parte dos objetivos pode ter sido identificado através das dicas contidas no comportamento do professor, quando ele discutiu sobre Algarismos significativos e sobre as medidas realizadas. Tornou-se importante então, investigar como diferentes professores identificavam os objetivos da atividade.

#### **4.6 - OBJETIVOS IDENTIFICADOS PELOS PROFESSORES NOVATOS**

Entrevistamos um grupo de seis professores menos experientes, escolhidos pelo critério de que deveriam ter pouco tempo de experiência docente e não usar atividade de laboratório com frequência. A esse grupo de entrevistas incluímos a entrevista com o

professor que conduziu as aulas de laboratório observadas durante o primeiro semestre de 2000. A orientação que fornecemos a todos os professores foi à mesma. Eles deveriam ler o roteiro e identificar os objetivos da atividade. Com três professores “menos experientes”, devido à falta de disponibilidade deles, solicitamos que escrevessem as respostas em uma folha em separado. Com o restante dos professores realizamos as entrevistas usando um gravador de áudio

Analisando trechos da entrevista do professor da turma observada, podemos afirmar que os objetivos percebidos pelo professor coincidem com alguns daqueles intencionados pelo coordenador da série. O professor que era o regente da turma, identifica *trabalhar com erros de medidas*, entretanto, não menciona, *trabalhar com medidas de tempo e espaço*, ou *trabalhar com Algarismos significativos* que foram mencionados pelo Coordenador da série. Entretanto, na análise das falas dos alunos, gravadas em áudio, há um episódio em que podemos perceber a preocupação do professor em trabalhar Algarismos significativos com os alunos. Este professor atribuiu ainda, outros objetivos conceituais que não foram destacados pelo coordenador: *perceber a diferença entre o ver e o agir e determinar a velocidade dos impulsos nervosos*. Estes dois objetivos identificados aparecem no roteiro de forma secundária, apenas como questões.

O professor reconhece que a atividade pode funcionar como um fator de motivação. Ele acrescenta um outro objetivo não destacado pelo coordenador, que é trabalhar com problema em aberto. Este objetivo também aparece de forma secundária, como questão no roteiro, mas durante a análise da gravação em áudio, percebemos que os alunos gastam muito tempo, e apresentam dificuldades em desenvolver esta questão. Isto, talvez, explique o motivo que levou o professor a identificar esta questão como objetivo.

Dos demais professores menos experientes três destacaram o objetivo *trabalhar erros de medidas* e somente um destacou o objetivo “trabalhar Algarismos significativos”



mencionados pelo coordenador. Três destacaram como objetivo da atividade *Medir o tempo de reação*, dois destacaram *trabalhar com transformação de unidades, trabalhar com ordem de grandezas e fazer cálculos de velocidade*. Um identificou *calcular a velocidade dos impulsos nervosos*. Estes objetivos não foram apresentados pelo professor Coordenador, mas aparecem de forma secundária, como questão no roteiro. Houve um professor que identificou o objetivo de *explorar movimentos e as leis de Newton*. Tal objetivo, nem é indicado pelo roteiro da atividade.

#### **4.7 - OBJETIVOS IDENTIFICADOS PELOS PROFESSORES MAIS EXPERIENTES.**

Decidimos, baseados na hipótese de que a experiência e as circunstâncias determinam o planejamento do professor, também entrevistar um conjunto de quatro professores mais experientes, escolhidos por oportunidade e pelos critérios de que deveriam ter muito tempo de experiência docente e prática em utilizar atividades de laboratório com frequência. É interessante destacar um ponto comum na fala desses professores. Antes de identificar os objetivos, todos eles chamaram a atenção para o fato de alguns objetivos da atividade não estarem explícitos no roteiro. Um desses professores mais experientes enfatizou que a falta de clareza do roteiro em relação aos objetivos pode dar margem para os alunos confundirem questões secundárias do roteiro com o objetivo da atividade. Segundo ele, se o objetivo não estiver claro, o professor pode não conduzir a atividade de forma adequada à sua concretização.

Um outro professor destacou objetivos que enfatizam o uso da atividade para gerar conhecimento em Física; para discutir a forma de trabalhar do físico. Esses objetivos não

estão explícitos no roteiro e certamente não seriam alcançados se não forem considerados de forma clara pelo professor que conduzisse a atividade.

Todos esses professores identificaram o objetivo “*medida de tempo e espaço*” pretendido pelo professor coordenador. Um identificou o objetivo de “*fazer inferências*” e outro “*fazer cálculos de velocidade*”, tais objetivos não foram declarados pelo professor coordenador, mas estão de certa forma implícitos no roteiro.

Os professores mais experientes avaliam não só as atividades, mas também o roteiro. Os professores menos experientes se restringem a avaliação da própria atividade sem se referir a características do roteiro.

#### **4.8 – COMPARANDO OS OBJETIVOS IDENTIFICADOS PELOS DIVERSOS GRUPOS**

Com a intenção de comparar os objetivos e propósitos pedagógicos relativos à atividade examinada e enunciados pelo professor coordenador, com aqueles identificados pelos professores mais experientes, pelos professores menos experientes e pelos alunos, organizamos os dados na forma de tabela (tabela XVII).

**Tabela XVII****Objetivos identificados pelos alunos e professores**

Grupos de alunos e professores		Total de objetivos		Propósito pedagógico do coordenador					
		Identificados	Coincide com o coord.	1	2	3	4	5	6
Grupos de alunos	Grupo 1	1	0						
	Grupo 2	2	2		X		X		
	Grupo 3	2	1		X				
	Grupo 4	2	1		X				
	Grupo 5	1	0						
	Grupo 6	2	1		X				
	Grupo 7	4	2		X		X		
	Grupo 8	1	1		X				
	Grupo 9	2	0						
	Grupo 10	1	1		X				
	Grupo 11	2	0						
	Grupo 12	2	2		X			X	
	Grupo 13	1	0						
	Grupo 14	1	0						
	Grupo 15	2	0						
	Grupo 16	1	1		X				
	Grupo 17	1	1		X				
Professores menos experientes	Prof. 1	4	1		X				
	Prof. 2	6	2		X		X		
	Prof. 3	5	1				X		
	Prof. 4	6	3	X	X		X		
	Prof. 5	5	3		X	X	X		
	Prof. 6	5	2		X		X		
Professores mais experientes	Prof Exp. 1	5	5		X	X	X	X	X
	Prof Exp. 2	5	4		X		X	X	
	Prof Exp. 3	7	3		X		X		X
	Prof Exp. 4	5	4	X	X			X	

**Legenda:****Propósito pedagógico do professor coordenador**

1-Funcionar como um fator de motivação

2-Fazer medidas de tempo e espaço;

3-Trabalhar com Algarismos significativos;

4-Discutir erros de medidas;

5-Interagir com instrumentos de medidas;

6-Aprender a trabalhar em grupo.

O professor coordenador destacou seis objetivos para a atividade. Fazendo uma comparação geral dos dados, podemos perceber que a média dos objetivos identificados pelos professores mais experientes foi de 5,5 objetivos por professor, um pouco acima da média dos professores menos experientes, que foi de 5,2. Já a média dos alunos foi 1,7 objetivo por grupo.

Quando fazemos uma comparação entre a média dos objetivos identificados pelos grupos de alunos e professores, que coincidem com os objetivos e propósitos pedagógicos declarados pelo coordenador, esses valores, caem muito. A média dos professores mais

experientes diminui para 4 e passa a ser o dobro da média dos menos experientes, que diminui para 2,0, bem menos da metade da média dos objetivos identificados por eles. A média dos alunos cai para 0,8 objetivo por grupo.

Todos os grupos de alunos perceberam pelo menos um objetivo para atividade. Entretanto, dos dezessete grupos, três identificaram dois objetivos pretendidos pelo coordenador, sete grupos identificaram um objetivo e sete grupos não identificaram nenhum dos objetivos pretendidos pelo coordenador.

Dos seis objetivos declarados pelo Professor Coordenador, dois estavam sinalizados no roteiro: os objetivos 2 e 4. Esses dois objetivos foram os mais identificados tanto pelos alunos, quanto pelos professores.

O objetivo 2 “*Fazer medidas de tempo e espaço*” foi o mais identificado. Oito grupos de alunos, cinco professores menos experientes e os quatro professores mais experientes identificaram tal objetivo. Este dado não nos surpreendeu, pois este é o título da atividade e estava bem explícito no roteiro.

O objetivo 4 “*Discutir erros de medidas*” foi identificado por dois grupos de alunos, por cinco professores menos experientes e três professores mais experientes. No roteiro da atividade, ele também aparece implícito em uma questão.

Dos quatros objetivos declarados pelo coordenador, que estavam totalmente implícitos no roteiro, apenas um grupo de alunos identificou o objetivo 6 “*Interagir com instrumentos de medidas*”. Os objetivos 1, 3 e 6 não foram identificados por nenhum grupo de alunos. Entre os professores menos experientes, apenas um identificou o objetivo 1 “*Funcionar como fator de motivação*” e o objetivo 3 “*Trabalhar com algarismos significativo*”. Os objetivos 5 e 6 não foram identificados pelos professores menos experientes. Entre os professores mais experientes todos estes objetivos foram identificados por pelo menos um professor.

Podemos ao final desta análise concluir que o roteiro da atividade não favoreceu a identificação dos objetivos e propósitos educacionais de quem a programou como atividade curricular, entre professores menos experientes e entre os alunos. Já entre os professores mais experientes ela parece estar bem adaptada e permite a identificação dos objetivos e propósitos como foi programada para o curso.

É importante frisar que mesmo os professores com mais experiência docente, e com prática em utilizar atividades de laboratório, não conseguiram perceber com clareza os objetivos da atividade, apesar de identificarem mais objetivos que os professores menos experientes. Da mesma forma, os diferentes grupos de alunos, mesmo atribuindo pelo menos um objetivo à atividade, também, não conseguiram identificar claramente os propósitos pedagógicos do coordenador.

Entretanto, o fato dos alunos não compreenderem os objetivos da atividade, não os impediram de desenvolvê-la. No nosso ponto de vista, o fato dos alunos desenvolverem uma atividade sem ter clareza de seus objetivos deixa a experiência educacional sem um fechamento adequado, sem um sentido de ser uma atividade completa, inteira. Isso é de certa forma evidente e aceito pelo professor da turma, que termina a aula sem uma discussão final e sem consolidar uma mensagem da ciência. Talvez isso possa ser uns dos motivos que levam os estudantes a perceberem a aprendizagem de ciências como uma seqüência de eventos isolados, desinteressantes em sua maioria, e pouco relevante em sua vida prática.

A dificuldade apresentada pelos professores e pelos alunos de identificar os propósitos pedagógicos da atividade talvez possa ser atribuída ao ambiente interno do artefato “roteiro”: a forma de expressão do conteúdo, o próprio conteúdo e a forma de exposição do conteúdo. A questão original, proposta pelo assessor pedagógico de Física, aparentemente é mais familiar aos alunos do que a questão atualmente proposta, e o método experimental proposto originalmente permite aos alunos perceberem que o tempo de reação é uma característica

individual e distintiva: todos têm um tempo de reação, que difere de uns para os outros. Já a questão colocada pela versão atual é muito artificial e não familiar aos alunos. Na verdade é uma questão que só surge de um arranjo experimental específico. Ao mesmo tempo, o arranjo carece de uma clareza metodológica: não fica transparente para os alunos que todos têm um tempo de reação, que é uma característica individual e distintiva e a possibilidade da “fraude” involuntária - um aluno apertar a mão do colega antes de sentir o aperto em sua mão, ou mesmo apertar a mão do colega simultaneamente ao sentir um aperto na sua própria mão, podem induzir a uma percepção equivocada da verdadeira natureza do tempo de reação. Ainda do ponto de vista conceitual, a atividade atual confunde a média estatística entre pessoas com a média de várias medidas, quando todas elas se referem à mesma pessoa. É verdade que a atividade atual tem a vantagem de promover um contato amistoso entre estudantes que acabam de se conhecer, e dessa forma, contribui para quebrar “o gelo” entre eles. Mas estamos argumentando que os autores da reformulação da atividade não foram felizes nas suas escolhas quanto ao conteúdo a ser abordado. E que também não foram cuidadosos para garantir uma forma que buscasse adaptar o meio interno ao meio externo: alunos e professores não conseguem perceber com clareza quais são os objetivos e propósitos da atividade.

---

## **CAPÍTULO 5**

### **O ENTENDIMENTO DOS SUJEITOS DO PROCESSO EDUCACIONAL ACERCA DO CARÁTER TEÓRICO OU PRÁTICO DOS PROPÓSITOS E OBJETIVOS DAS ATIVIDADES DE LABORATÓRIO**

---

Neste capítulo, apresentaremos uma análise da compreensão dos alunos sobre os propósitos e objetivos que os professores declararam para a seqüência de atividades. Pretendemos com essa análise responder as seguintes perguntas: Como os propósitos e objetivos que orientaram o planejamento e seleção das atividades práticas: (i) *foram apreendidos pelo professor da turma observada?*; (ii) *foram transmitidos aos alunos?*; (iii) *foram apreendidos pelos alunos?*; (iv) *foram apreendidos por um conjunto de professores?*

Para realizar este estudo vamos analisar as entrevistas realizadas com o coordenador da série, com o professor da turma, os registros feitos pelos alunos durante as aulas práticas e o diário de bordo, que contém anotações e reflexões sobre fatos que presenciamos durante as aulas monitoradas e durante as reuniões de série das quais participamos.

## **5.1 - OS PROPÓSITOS E OBJETIVOS DECLARADOS PELO COORDENADOR DA SÉRIE**

A seqüência de atividades desenvolvidas no período em que monitoramos as aulas, abordou assuntos discutidos dentro dos temas: Algarismos significativos; Movimento retilíneo, Movimento curvilíneo e Leis de Newton. Essa seqüência foi anteriormente planejada pelo coordenador da série, um professor com muita experiência de ensino “teórico” e de ensino experimental. Os demais professores da série tomaram conhecimento do planejamento em reuniões da equipe, que ocorriam semanalmente. Nessas reuniões eram realizadas as montagens das práticas e o coordenador da série dava dicas de como conduzir “melhor” as atividades, enfatizando os principais pontos a serem explorados, bem como possíveis discussões que poderiam ser desenvolvidas junto aos alunos. Eu assisti a todas essas reuniões e nelas me comportei como um membro da equipe, fazendo perguntas sobre os



objetivos das atividades e dando sugestões. Eu anotava em meu diário de bordo minhas observações e impressões sobre o que ocorreu na reunião.

Após o término do trabalho de observação da seqüência de atividades práticas, decidimos realizar uma entrevista com o coordenador da série com o intuito de identificar seus propósitos pedagógicos e outros fatores que o levaram a optar por esta seqüência de ensino. Nessa decisão estava implícita uma aposta de que seus propósitos pedagógicos haviam sido determinantes na sua opção. Por outro lado, conjecturamos que os demais professores da equipe poderiam ter percepções diferentes sobre os propósitos e objetivos das atividades práticas. Assim, decidimos também entrevistar o professor que lecionou para a turma que observamos, para tentar identificar os propósitos pedagógicos e os objetivos que ele atribuía a cada atividade, afim de compará-los com os declarados pelo coordenador da série.

Decidimos fazer uma entrevista semi-estruturada. Procuramos nos cercar de cuidados para que o entrevistado expressasse suas próprias idéias e não idéias elaboradas para satisfazer a expectativa do entrevistador. Assim, ao iniciarmos a entrevista com o coordenador solicitamos que ele explicitasse suas intenções pedagógicas ao propor cada uma das atividades da seqüência, esclarecendo que desejávamos saber as razões que o levaram a: (i) usar especificamente essas atividades de laboratório, organizando-as e adaptando-as ao tempo e à unidade de trabalho; (ii) definir os objetivos dessas atividades.

Depois desta orientação, o coordenador discorreu sobre cada atividade, praticamente sem interrupções de nossa parte. A entrevista com o professor da turma observada ocorreu praticamente da mesma forma. Pedimos que ele identificasse os objetivos de cada uma das atividades, e depois, como na entrevista com o coordenador, que ele discorresse sobre as atividades, evitando interromper sua linha de raciocínio e argumentação.

A análise da entrevista com o coordenador permitiu perceber que as atividades possuem objetivos de aprendizagem que se realizam de forma mais imediata, talvez no

decorso da própria atividade, mas que, ao mesmo tempo, estão articuladas com objetivos mais amplos, que não serão realizados ou realizáveis apenas com aquela atividade. Desta forma, em cada atividade estão em jogo duas categorias de objetivos, que decidimos distinguir chamando a primeira de objetivos e a segunda de propósitos pedagógicos.

Transcrevemos cuidadosamente a entrevista do coordenador da série. Depois disso, nós a analisamos em busca dos objetivos e propósitos de cada atividade. No capítulo 4, apresentamos alguns trechos dessa entrevista. Após a análise em que identificamos os objetivos declarados para todas as atividades, buscamos identificar aqueles objetivos mais amplos, gerais, que não poderiam se realizar completamente no decorso de uma atividade prática específica, isto é, os propósitos pedagógicos do coordenador da série.

Após esta etapa, examinamos nosso diário de bordo para verificar quais objetivos e propósitos declarados pelo coordenador haviam sido enfatizados por ele durante as reuniões semanais da equipe. De uma forma geral, praticamente todos os objetivos declarados pelo coordenador foram enfatizados.

Resolvemos averiguar em que medida os objetivos e propósitos pedagógicos do coordenador da série apareciam nos roteiros das atividades. Decidimos, então, examinar os roteiros para caracterizar o grau de explicitação de cada propósito pedagógico ou objetivo declarado pelo coordenador.

Nós identificamos seis propósitos pedagógicos atribuídos pelo coordenador do curso às atividades: *fazer medidas, utilizar instrumentos de medidas, trabalhar com erros em medidas, fazer previsões para situações futuras, motivar os alunos para a aprendizagem de física e auxiliar a compreensão de conceitos e procedimentos teóricos da física.*

### 5.1.1 - Propósito 1: Fazer medidas

O propósito pedagógico “Fazer medidas” foi atribuído pelo coordenador a todas as atividades. Nós entendemos que esse propósito pedagógico refere-se às técnicas de realizar medidas. Não há regras gerais para medir todas as grandezas físicas em todas as circunstâncias: pelo contrário, o desenvolvimento de métodos e técnicas de medida é resultado de esforço e trabalho criativo. Por outro lado, após ser desenvolvida uma nova técnica ou novo método, ela ou ele é descrito na literatura científica e passa a fazer parte do acervo do conhecimento acumulado no campo de medidas de grandezas físicas, e o estudante deve aprender algumas destas técnicas e métodos, pelo menos aqueles que tem um potencial de maior generalidade e aplicabilidade. Assim, entendemos que a realização desse propósito pedagógico envolve uma compreensão pelo aluno de muitos e variados aspectos ligados à mensuração de grandezas físicas, tais como: conhecer o processo de medir indiretamente várias grandezas, escolher métodos e técnicas adequadas em situações específicas, selecionar instrumentos, organizar os procedimentos, etc. Os quatro trechos abaixo são exemplos de aspectos da fala do coordenador da série que nos permitem inferir a sua compreensão do propósito *fazer medidas*.

*Depois como é que vai medir, né? Então, ao esticar uma trena, por exemplo, se você põe a trena no ar ela dá uma barriga, se você põe no chão já não dá barriga, né?*

*É a parte do estroboscópio, né? É para introduzir uma técnica diferente, ... de frequências grandes. (...) mas é só mostrar que existem técnicas mais avançadas de se medir coisas e tal...*

*O procedimento de medida é importante na hora da medida.*

*Tem o objetivo também de mostrar a questão da medida indireta. Que na Física muitas vezes você faz medidas indiretas. Nas medidas astronômicas, ou medidas de pequena distância sempre você trabalha com medidas indiretas.*

*Porque é muita coisa, muita informação. Trabalhar com medidas, por exemplo, a gente vai fazer desde o início até o final do curso.*

Entendemos que *fazer medidas* é um propósito pedagógico, pois um professor nunca poderá afirmar de forma conclusiva que um aluno aprendeu isso, no sentido de que realizou,

de forma completa e acabada, essa aprendizagem. Esse é, em nosso entendimento, um daqueles propósitos que nunca se realizarão completamente. Por outro lado, o enunciado desse propósito permite inferir parte da concepção do professor sobre a natureza da ciência que ele leciona: fazer medidas está no cerne da produção do conhecimento físico. Ou seja, acreditamos que, em sua concepção, a Física é uma ciência natural, que necessariamente precisa do conhecimento empírico como critério de validação das teorias.

Nós consideramos esse propósito pedagógico como estando apenas parcialmente explícito nos roteiros. Apesar dele ter aparecido de forma explícita no roteiro da atividade 1, nas demais atividades, ele se apresentava apenas como parte dos procedimentos que os alunos deveriam fazer para coletar os dados.

### **5.1.2 - Propósito 2: Utilizar instrumentos de medidas**

O objetivo *Utilizar instrumentos de medidas* foi destacado pelo coordenador para todas as atividades. Nós entendemos que quando o coordenador refere-se a utilizar instrumentos de medidas ele está falando de o aluno ter familiaridade com diversos instrumentos de uso geral, desenvolver as destrezas básicas para operá-los com eficiência, inclusive saber efetuar a leitura da escala dos instrumentos, identificar a unidade em uso, a precisão do aparelho, etc. Os trechos abaixo são representativos de aspectos da fala do professor que nos permitem fazer essa inferência.

*A manipulação do cronômetro. Como ele faz a medida da escala, se ele sabe ler corretamente. Então, é a interação com o instrumento de medida.*

*(...) sempre a gente leva para a sala, leva um monte de dinamômetro, estica aqui, mostra que tem várias escalas e tal. Outra coisa é você levar na aula prática e ele manusear aquele instrumento, ver como é que se mede, colocar algumas massas conhecidas ali e comparar, vê se aquela massa tá batendo com a escala ... tem que pegar mesmo, ver que tem mola lá dentro, e que tem uma escala que mede aquela força.*

Esse também é um propósito pedagógico no sentido que discutimos anteriormente, pois não é um objetivo que se atingiria completamente em uma atividade ou em algumas atividades. Uma destreza específica pode ser adquirida em um curto intervalo de tempo. Mas o propósito é mais geral. Exige ganhar familiaridade, destreza e o desenvolvimento de uma postura de interação com os instrumentos de uso mais comum e geral.

Nós consideramos que esse propósito pedagógico também está parcialmente explícito nos roteiros, pois, ao fazerem as medidas solicitadas nos roteiros, os alunos necessariamente utilizam algum instrumento de medida. Nas quatro primeiras atividades, nenhuma questão explorava o funcionamento de qualquer instrumento. Somente na quinta atividade, esse objetivo aparecia de forma explícita. O título dessa atividade era *Dinamômetros*, e no início do roteiro havia um pequeno texto explicando o que eram os dinamômetros e para que eles serviam. Nessa atividade, o professor introduziu a aula explicando para os alunos o funcionamento dos dinamômetros, e depois pediu que cada grupo investigasse esse aparelho antes de começar a desenvolver a atividade.

### **5.1.3 - Propósito 3: Trabalhar com erros em medidas**

Em sua entrevista o coordenador da série se referiu a “*Trabalhar com erros em medidas*” como sendo um objetivo para uma determinada atividade, ressaltando que ele perpassa todas as atividades. O coordenador enfatiza sempre que toda medida tem erro, alguns causados pela ação humana e, portanto, passíveis de controle e outros causados por eventos incontroláveis. Mas, também está sempre chamando a atenção para os Algarismos Significativos, a necessidade de tratar corretamente os erros das medidas. Por exemplo, nos trechos abaixo essas idéias aparecem claramente:

*As duas partes da atividade estão inseridas dentro do assunto “algarismos significativos”. Não adianta você trabalhar com algarismos significativos sem nunca ter feito uma medida.*

*Você tem que destacar a questão do algarismo significativo na hora de fazer a medida. Trabalhar com erros em medidas.*

*Oh! Você podia ter fixado a régua que você aumentaria a sua precisão. Ai, se você fixa a régua, você pode mexer com a cabeça, e mexendo com a cabeça, também você erra...*

Em nosso entendimento, o coordenador da série está tentando articular um objetivo mais amplo, que tem uma faceta epistemológica, procedimental e atitudinal. É epistemológica enquanto pretende que alunos compreendam o caráter incerto de toda medida e a natureza diversa das fontes de incerteza. É procedimental quanto pretende que os alunos aprendam os algoritmos para lidar com os erros, principalmente lidar corretamente com os algarismos significativos. É atitudinal ao pretender que os alunos desenvolvam uma atitude proativa para eliminar as fontes controláveis de erro. Desta forma, esse também é um propósito pedagógico que não se realiza em uma curta seqüência de atividades práticas.

O propósito pedagógico *Trabalhar com erros em medidas* aparece como questão na primeira atividade e foi muito enfatizado pelo coordenador na entrevista e durante a reunião da equipe. Classificamos tal propósito pedagógico como implícito porque ele só aparece de forma parcialmente explícita na primeira atividade e nas demais, ele não aparece sinalizado nos roteiros. A variante desse propósito *trabalhar com algarismos significativos* também não está sinalizada em nenhum roteiro, mas foi destacada pelo coordenador em sua entrevista como um objetivo para todas as atividades.

#### **5.1.4 - Propósito 4: Fazer previsões para situações futuras**

O quarto propósito geral que identificamos na entrevista do coordenador da série é o de *fazer previsões para situações futuras*. Transcrevemos abaixo alguns trechos representativos da fala do coordenador que nos levaram a destacar esse objetivo:

*Então, depois que ele determinou a velocidade dos dois carrinhos, ele tenta fazer uma previsão de quanto tempo ele vai gastar para percorrer tal distância.*

*(...) aí a gente pede para fazer uma previsão também, de quanto tempo ele gastaria com o mesmo ritmo ao percorrer uma distância de 38 m.*

Entendemos que esse propósito se refere à aprendizagem daquilo que consideramos ser característica essencial do conhecimento científico: a sua instrumentalidade para prever acontecimentos futuros. Trata-se, pois, de um objetivo destinado a ensinar um aspecto epistemológico fundamental do conhecimento científico. Mas, esse aspecto não é para ser compreendido teoricamente, enquanto um conhecimento de *natureza filosófica*. Enfatiza-se aqui o caráter funcional que o conhecimento científico possui e que deve ser incorporado ao repertório de estratégias dos estudantes para raciocinar a partir e através da física, bem como ao repertório de suas imagens sobre a natureza das ciências.

O objetivo *fazer previsões*, aparecia na forma de perguntas e solicitações ao estudante na primeira, na segunda e na terceira atividades, o que nos levou a considerá-lo como um propósito parcialmente explícito.

### **5.1.5 - Propósito 5: Motivar os alunos para a aprendizagem de física**

Em sua entrevista o coordenador não atribuiu, de forma explícita, o objetivo *motivar os alunos para a aprendizagem de física* a nenhuma atividade, exceto ao dizer que a segunda parte da quarta atividade seria mais *motivacional*. Mas, ao examinar cada atividade notamos que a idéia de que elas desempenham tal função aparece difusamente, ora com mais ênfase, ora diluída. Os trechos abaixo serviram para identificar essa função atribuída à atividade prática.

*(...) então, tem a ver também com o cotidiano da pessoa ... (ativ. 1)*

*Então, é a pessoa andar no corredor e medir a própria velocidade dela, porque ela tem uma idéia, na prática, do que é a velocidade.. (ativ.2)*

*Então, é uma coisa mais de curiosidade, mas que não tem muito efeito de passar conteúdo não, tá? (ativ. 4)*

*Esse último aqui a gente também faz uma brincadeira... (ativ. 5)*

*Então, ele vai ver, nitidamente, que essas distâncias vão aumentando gradativamente. (ativ. 3)*

*Pelo próprio barulhinho dele você vê que ele tem um movimento uniforme, né? (ativ.2)*

(...) ele vê, na prática, que a velocidade do carrinho é menor do que a outra.  
(ativ.2)

Porque se eu coloco um carrinho descendo uma rampa, então eles vêm nitidamente que o movimento ali é variado. (ativ. 3)

O conceito de motivação é sempre lembrado pelos professores ao falarem sobre questões relativas à eficácia do ensino, mas ele é - até mesmo teoricamente - um conceito muito complicado. Os trechos acima sugerem que o coordenador da série pretende através das atividades práticas, e usando várias estratégias distintas, aumentar o engajamento do aluno com a aprendizagem de Física. Aparentemente, ele entende que mostrar para os alunos que o conhecimento físico está relacionado aos objetos de seu cotidiano e que pode ser usado em situações práticas, o que pode aumentar a motivação do aluno para aprender física. Há, ainda, outras estratégias para despertar a curiosidade e insinuar ser a Física ligada à diversão, ao prazer e ao lúdico. Como já mencionamos, um artigo co-autorado pelo coordenador da série apresentou a atividade “*Medidas do tempo de reação*” como um fator de motivação para o estudo da cinemática” (OLIVEIRA, J.; PANZERA, A.C.; GOMES, A.E.Q. & TAVARES, L., 1998).

A partir do que acabamos de expor, acreditamos que temos base para atribuir ao coordenador da série uma intenção pedagógica de *motivar os alunos para a aprendizagem de Física*. Se for assim, tal intenção se constitui em um propósito pedagógico, pois dificilmente uma única atividade é capaz de motivar os alunos para aprenderem Física. E esse propósito, até pela sua própria natureza, o de ser um propósito instrumental para o professor, permaneceu implícito nos roteiros das atividades práticas.



### 5.1.6 - Propósito 6: Instrumentalizar as atividades para auxiliar a compreensão de conceitos e procedimentos teóricos da física

Finalmente, acreditamos que uma última intenção pedagógica do coordenador da série foi a de *instrumentalizar as atividades para auxiliar a compreensão de conceitos e procedimentos teóricos da física*. Os trechos abaixo ilustram essa tal intenção.

*A atividade 2, movimento uniforme... que já faz parte dos conteúdos do primeiro ano de trabalho.*

*(...) introduzindo a questão de partícula e corpo rígido. O carrinho é uma partícula?*

*Então, uma das coisas ...que o aluno tem dificuldade em absorver dentro da Física, é a questão da aceleração. A aceleração é uma das grandezas físicas mais complicadas, e ela é dada no primeiro ano.*

*(...)compreender o significado da área do gráfico velocidade por tempo, que é à distância, e depois descrever a equação (...)*

*(...) quando você vai discutir algum problema em sala, exercício teórico e tal, você se refere: Ah! Lembra daquela experiência? ... ai a pessoa que fez já se apropria daquele conhecimento, ou seja, relembando aquilo que já foi feito.*

*(...) lembra daquela experiência que vocês fizeram ... então, sempre reforçando o que ele fez no laboratório que dá uma base às vezes ... não é conceitual não, uma base mais ... visual ... que ele fez, pegou, fez em tão na hora que ele vai fazer um exercício lá, pelo menos ele tem uma idéia prática do que ele está medindo.*

Ora, tal intenção é difusa e perpassa por todas as atividades prática. Essa intenção é um propósito pedagógico por não ser específica: não se pretende que as atividades facilitem a aprendizagem do conceito de aceleração, mas que facilitem de uma forma geral a aprendizagem dos conceitos mais complexos e abstratos, constituindo aquilo que pode ser descrito como a base fenomênica do conhecimento físico. Trata-se, possivelmente, de fornecer pistas perceptuais para o aluno que podem aumentar suas chances de compreender determinados conceitos. Esse propósito permaneceu implícito em todos os roteiros.

Mas, se os propósitos pedagógicos não se realizam em uma única atividade, há outros objetivos mais imediatos que se esgotam no decurso da atividade. O coordenador da série, em sua entrevista identificou vários desses objetivos imediatos.

Na primeira atividade ele identificou como objetivos imediatos (i) *familiarizar-se com o trabalho em grupo*, (ii) *fazer medidas indiretas* e (iii) *ler corretamente o cronômetro*. O segundo objetivo pode ser considerado uma variação do propósito pedagógico fazer medidas, neste caso enfatizando um dos aspectos daquilo que constitui o conhecimento de fazer medidas, ou seja, é uma espécie de *instancialização* do propósito mais geral. Já o objetivo (iii) pode ser entendido como uma especialização do propósito *utilizar instrumentos de medidas para uma circunstância concreta*. No entanto, o primeiro objetivo não é uma instancialização de qualquer dos propósitos gerais. Ao contrário, na literatura, as atividades de laboratório são caracterizadas como um ambiente propício para o desenvolvimento dessa importante e valorizada habilidade social. Assim, era de se esperar que o coordenador da série atribuísse o caráter de propósito geral das atividades de laboratório a esse objetivo, mas isso não ocorreu. Ele só mencionou em sua entrevista esse objetivo no contexto da primeira atividade, como podemos perceber no seguinte trecho de fala:

*Como o laboratório é uma atividade de grupo, ela tem como objetivo fazer com que os alunos comecem a trabalhar em grupo. Essa é uma atividade especial, porque eles são obrigados a trabalhar em grupo, porque eles têm que fazer uma roda, interagir entre eles, então daí, forçosamente ele tem que interagir com o outro. A medida dele depende da medida do outro então tudo isso entra em jogo aí.*

Na segunda atividade, o coordenador da série identificou os seguintes objetivos imediatos: (i) *trabalhar o conceito de partícula e corpo rígido*, (ii) *construir e interpretar gráficos e tabelas*, (iii) *escrever a equação horária do movimento* e (iv) *estabelecer a relação entre as unidades de velocidade, km/h e m/s*. Os objetivos (i), (ii) e (iv) podem ser entendidos como especializações ou instancializações do propósito mais geral *instrumentalizar as atividades para auxiliar a compreensão de conceitos e procedimentos teóricos da Física*. O objetivo (ii) refere-se ao desenvolvimento de certas habilidades e à aprendizagem de conhecimentos associados ao uso das representações gráficas, de amplo uso na física e outras ciências empíricas. Ele também será mencionado no contexto da atividade 3 e poderia,

seguindo a literatura, ser entendido e apreciado como um propósito mais amplo das atividades práticas. Mas, não foi esse o caso.

Para a terceira atividade o coordenador da série discriminou o seguinte conjunto de objetivos imediatos: (i) *introduzir o movimento uniformemente variado*, (ii) *trabalhar o conceito de aceleração*, (iii) *construir e interpretar gráficos e tabelas e* (iv) *escrever a equação horária do movimento*. Novamente os objetivos (i), (ii) e (iv) são especializações ou instancializações do propósito *instrumentalizar as atividades para auxiliar a compreensão de conceitos e procedimentos teóricos da física*. O objetivo (iii) é o mesmo que aparece na atividade 2.

Para a quarta atividade o coordenador da série identificou três objetivos imediatos: (i) *introduzir o Movimento circular uniforme*, (ii) *fazer medidas de raio, período, frequência, velocidade tangencial e velocidade angular e* (iii) *facilitar o desenvolvimento de exercícios futuros*. Todos os três podem ser entendidos como especializações ou instancializações do propósito *instrumentalizar as atividades para auxiliar a compreensão de conceitos e procedimentos teóricos da Física*. Aqui convém observar uma tendência do coordenador da série em privilegiar esse propósito pedagógico mais geral, que pode ser reflexo das antigas concepções que atribuíam ao laboratório a tarefa de *comprovar as leis teóricas*, ou simplesmente, de um desejo de coordenar da melhor forma possível o trabalho feito no laboratório com o trabalho realizado nas *aulas teóricas*.

Finalmente, para a quinta atividade foram listados os seguintes objetivos imediatos: (i) *aprender a utilizar o dinamômetro*, (ii) *introduzir as várias unidades de forças, o grama-força, quilograma-força e Newton*, (iii) *discutir a função da roldana fixa*, (iv) *verificar que a soma de forças é igual a zero* e (v) *trabalhar o método geométrico de somar vetores*. Os quatro últimos formam um conjunto do mesmo objetivo, ou seja, são especializações ou instancializações do propósito *instrumentalizar as atividades para auxiliar a compreensão de*

*conceitos e procedimentos teóricos da Física.* Por sua vez, o objetivo (i) é uma particularização do propósito *Utilizar instrumentos de medidas.*

Notamos que dos dezenove objetivos imediatos associados às cinco atividades práticas, apenas três deles, dos quais dois são o mesmo objetivo atribuído a duas atividades distintas, não se reduzem a particularizações, especializações ou instancializações dos propósitos pedagógicos mais amplos anteriormente identificados. Mas isso não pode ser entendido como uma declaração de que são irrelevantes ou redundantes. Os propósitos mais gerais só se realizam através dos conhecimentos, destrezas, habilidades, etc – agregados pelos objetivos imediatos e mais específicos.

**TABELA XVIII**  
**OBJETIVOS IMEDIATOS ATRIBUÍDOS PELO COORDENADOR A CADA ATIVIDADE,**  
**SEGUNDO O SEU GRAU DE EXPLICITAÇÃO NO ROTEIRO**

Atividades	Cód.	Objetivos imediatos	Nível de explicitação		
			Expli.	Parc. Expli.	Impli.
1	C1.1	Familiarizar com o trabalhar em grupo			X
	C1.2	Fazer medidas indiretas		X	
	C1.3	Ler corretamente o cronômetro			X
2	C2.1	Trabalhar o conceito de partícula e corpo rígido		X	
	C2.2	Construir e interpretar gráficos e tabelas		X	
	C2.3	Escrever a equação horária do movimento		X	
	C2.4	Estabelecer a relação entre as unidades de velocidade, km/h e m/s		X	
3	C3.1	Introduzir o movimento uniformemente variado	X		
	C3.2	Trabalhar o conceito de aceleração		X	
	C3.3	Construir e interpretar gráficos e tabelas		X	
	C3.4	Escrever a equação horária do movimento		X	
4	C4.1	Introduzir o Movimento circular uniforme	X		
	C4.2	Fazer medidas de raio, período, frequência, velocidade tangencial e velocidade angular.	X		
	C4.3	Facilitar o desenvolvimento de exercícios futuros			X
5	C5.1	Aprender a utilizar o dinamômetro.	X		
	C5.2	Introduzir as várias unidades de forças, o grama-força, quilograma-força e Newton.	X		
	C5.3	Discutir a função da roldana fixa.		X	
	C5.4	Verificar que a soma de forças é igual a zero.		X	
	C5.5	Trabalhar o método geométrico de somar vetores		X	

Na tabela XVIII, buscamos identificar, a partir dos roteiros, o grau de explicitação de cada um dos objetivos imediatos. Dos dezenove objetivos imediatos listados, 5 estão

explícitos no roteiro e 3 estão totalmente implícitos. Os demais estão parcialmente explícitos nos respectivos roteiros.

## **5.2 – PROPÓSITOS E OBJETIVOS IMEDIATOS DO PROFESSOR DA TURMA**

Tentamos conduzir a entrevista com o professor da turma da maneira similar àquela utilizada na entrevista com o coordenador da série. No entanto, devido, aparentemente, às características pessoais desse professor, ele foi muito menos eloquente, ainda que não tenha sido excessivamente conciso. Isso dificultou a realização do estudo sobre como ele compreendeu os propósitos e objetivos do coordenador da série. Frequentemente ele usa a mesma expressão que o coordenador utilizou para designar os propósitos e objetivos que identifica para cada atividade. No entanto, temos de reconhecer que os elementos empíricos disponíveis não nos permitem afirmar que uma mesma expressão, por exemplo, *trabalhar com erros e medidas* tem o mesmo significado para o professor da turma e o coordenador da série. Mas, por outro lado, trata-se de dois professores formados na mesma instituição, trabalhando na mesma escola e convivendo diariamente. Há, pois, uma boa base para tomarmos as expressões dos propósitos e objetivos imediatos em seu sentido usual e, então, temos materiais empíricos para compararmos os propósitos e objetivos atribuídos pelos dois professores, o coordenador da série e o professor da turma que observamos, a cada uma das atividades.

Nós examinamos a entrevista para identificarmos, tanto os propósitos, quanto os objetivos imediatos atribuídos pelo professor da turma, e o nosso diário de bordo para verificarmos se o professor havia enfatizado os propósitos e objetivos durante a aula. Consultamos, também, as gravações em áudio, com as falas dos grupos.

Após analisarmos a entrevista, concluímos que o professor da turma identifica objetivos específicos em cada atividade, mas em sua fala não há indícios de que ele esteja vislumbrando todo o conjunto de propósitos pedagógicos para o uso das atividades. Isso é razoável, já que usar ou não cada atividade não foi uma decisão sua, mas do coordenador da série. Não estamos afirmando que ele não tenha propósitos pedagógicos ou que esses não influenciem suas aulas, mas que pela sua situação funcional, ou pelo tipo de envolvimento que tem com o planejamento do curso, seus propósitos permanecem mais distantes da consciência e só afloram na forma de particularizações ou instancializações dos propósitos gerais. O professor da turma atribui os objetivos *fazer cálculos de velocidade e medir o tempo de reação* à primeira atividade e nós interpretamos que tais objetivos revelam que ele identificou dois propósitos pedagógicos do coordenador da série, respectivamente: *instrumentar as atividades para auxiliar a compreensão de conceitos e procedimentos teóricos da Física e fazer medidas*. Na mesma atividade ele ainda identificou os propósitos *trabalhar com erros em medidas e explorar o aspecto lúdico e de motivação*, que endereçam diretamente os propósitos pedagógicos do coordenador da série. Procedendo assim em todas as atividades é que chegamos ao resultado mostrado na tabela XIX. Nessa tabela um X significa que o professor atribui um objetivo específico à atividade que reconhecemos ser uma forma particular, especializada ou nova instância do propósito pedagógico do coordenador da série. Nessa tabela também anotamos o resultado de nossa verificação que fizemos no diário de bordo sobre se o professor enfatizou verbalmente o objetivo durante a aula. Notamos que o professor não foi capaz de reconhecer o objetivo de fazer previsões na atividade 1 e 2, ainda que nos respectivos roteiros existisse uma pergunta que, textualmente, solicita o aluno a fazer previsões. Notamos também que o professor só enfatiza em sala três dos seis propósitos, dois dos quais estão explícitos. Todos os três estão diretamente relacionados à visão canônica do

papel do laboratório: um local para se fazer medidas, aprender sobre erros em medidas e a utilizar instrumentos.

**TABELA XIX**  
**PROPÓSITOS PEDAGÓGICOS ATRIBUÍDOS PELO COORDENADOR DA SÉRIE ÀS ATIVIDADES E SUA IDENTIFICAÇÃO, PELO PROFESSOR DA TURMA, EM CADA ATIVIDADE**

Cód.	Propósitos pedagógicos	Nível de explicitação	Atividade					Ênfase
			1	2	3	4	5	
PC1	Fazer medidas	PE	X			X		S
PC2	Utilizar instrumentos de medidas	PE		X			X	S
PC3	Trabalhar com erros em medidas	Imp.	X	X				S
PC4	Fazer previsões para situações futuras	PE			X			N
PC5	Motivar os alunos para a aprendizagem de física	Imp.	X			X		N
PC6	Instrumentar as atividades para auxiliar a compreensão de conceitos e procedimentos teóricos da física	Imp.	X	X	X	X	X	N

Tentamos verificar se o professor da turma identificou os objetivos específicos atribuídos pelo coordenador da série a cada uma das atividades. Também consultamos o diário de bordo para verificar se o professor deu verbalmente ênfase a tal objetivo durante as aulas práticas que observamos. Aqui nosso procedimento foi ser mais literal, dado o grau extra de especificação dos objetivos. A tabela XX mostra o que encontramos. Anteriormente, afirmamos que dos dezenove objetivos imediatos atribuídos pelo coordenador da série às atividades apenas três não poderiam ser considerados formas particulares, especializadas ou novas instâncias dos propósitos gerais. A tabela XX nos mostra que apenas sete dos dezenove objetivos imediatos foram identificados pelo professor da turma, enquanto que a tabela XIX nos mostra que podemos pensar que o professor consegue identificar todos os propósitos pedagógicos do coordenador da série. Esse resultado pode parecer contraditório. Nossa explicação é que fomos mais literais ao preenchermos a tabela XX, de maneira que só consideramos que o professor identificou o objetivo imediato se sua forma de expressão é similar ou pode ser entendida como equivalente à forma de expressão utilizada pelo coordenador da turma. Um fato importante é que dos três objetivos que não se relacionam

com os propósitos pedagógicos, C1.1, C2.2 e C3.3, o professor da turma identificou apenas o C2.2. Quanto à questão da ênfase, de um modo geral, nosso resultado mostra que o professor enfatizou os objetivos que identificou. Existem algumas discrepâncias, como por exemplo, não identificar o objetivo C1.3, mas dar ênfase a esse objetivo durante a aula. Tais discrepâncias podem ser entendidas pela existência de um lapso de tempo entre as aulas e a realização da entrevista com o professor.

TABELA XX

**GRAU DE EXPLICITAÇÃO NO ROTEIRO E ESTADO DE IDENTIFICAÇÃO, PELO PROFESSOR DA TURMA, DOS OBJETIVOS IMEDIATOS ATRIBUÍDOS PELO COORDENADOR A CADA ATIVIDADE**

Atividades	Cód.	Objetivos imediatos	Nível de explicitação	Identificação	Ênfase
1	C1.1	Familiarizar com o trabalhar em grupo	Imp.	N	N
	C1.2	Fazer medidas indiretas	PE	N	N
	C1.3	Ler corretamente o cronômetro	Imp.	N	S
2	C2.1	Trabalhar o conceito de partícula e corpo rígido	PE	N	N
	C2.2	Construir e interpretar gráficos e tabelas	PE	S	N
	C2.3	Escrever a equação horária do movimento	PE	N	N
	C2.4	Estabelecer a relação entre as unidades de velocidade, km/h e m/s	PE	N	N
3	C3.1	Introduzir o movimento uniformemente variado	E	S	S
	C3.2	Trabalhar o conceito de aceleração	PE	S	S
	C3.3	Construir e interpretar gráficos e tabelas	PE	N	N
	C3.4	Escrever a equação horária do movimento	PE	N	N
4	C4.1	Introduzir o Movimento circular uniforme	E	S	N
	C4.2	Fazer medidas de raio, período, frequência, velocidade tangencial e velocidade angular.	E	S	N
	C4.3	Facilitar o desenvolvimento de exercícios futuros	Imp.	N	N
5	C5.1	Aprender a utilizar o dinamômetro.	E	S	S
	C5.2	Introduzir as várias unidades de forças, o grama-força, quilograma-força e Newton.	E	N	S
	C5.3	Discutir a função da roldana fixa.	PE	S	S
	C5.4	Verificar que a soma de forças é igual a zero.	PE	S	S
	C5.5	Trabalhar o método geométrico de somar vetores	PE	S	N



### 5.3 – PROPÓSITOS E OBJETIVOS IDENTIFICADOS POR PROFESSORES COM POUCA EXPERIÊNCIA DOCENTE E PELOS ALUNOS

Nas sessões anteriores mostramos que alguns dos propósitos pedagógicos do coordenador da série, que foi o responsável pelo planejamento das atividades da disciplina no ano de 2000, são assimilados pelo professor da turma. Dizer que os propósitos são assimilados significa dizer que o professor os identifica como objetivos para as atividades, ainda que num plano mais imediato do que o plano em que o coordenador concebe os propósitos. O professor, além de assimilar os propósitos, também se encarrega de enfatizá-los junto aos estudantes. Isso revela que ele demonstra concordância ou, pelo menos, aquiescência para com eles. Há, como já apontamos, um lapso de tempo entre o momento que colhemos os dados sobre a ação de enfatizar os objetivos nas aulas e a identificação dos objetivos para a atividade pelo professor. Por outro lado, em cada semana o professor da turma observada participava de uma reunião da equipe, em que as atividades práticas eram montadas e discutidas. Nestas reuniões, o coordenador da série expunha a sua visão sobre os objetivos da atividade, sobre os pontos que deveriam ser enfatizados e pontos que ficavam a critério do professor decidir sobre como agir em sala de aula. Subjacente a isso, está a nossa crença de que o coordenador expressava, então, seus propósitos. Aparentemente, ele tinha a pretensão de tentar dar alguma coesão à forma de trabalhar da equipe. No entanto, ele mesmo não tinha ilusões de um processo de ensino coeso e sem fricção, como os dois trechos abaixo ilustram:

*Agora eu não sei se, por exemplo, se os outros professores, a gente tentava sempre discutir isso aqui antes. Os professores, como você viu, né? E ... tentar passar essas coisas, mas cada professor tem o seu jeito, a sua maneira de levar a aula e relacionar com os alunos, responder mais prontamente as questões deles, ou não, né?*

*É, pois é! Mas, por exemplo, eu em alguns momentos fiz isso, né? E é importante você fazer isso, não sei se todos os professores fizeram, né?*

Podemos questionar se os objetivos que o professor identifica para cada atividade, e que concordam com os propósitos do coordenador, foram resultado de sua própria leitura do roteiro ou de uma leitura informada pelo contato com as idéias e concepções do coordenador da série durante a reunião semanal. Essa segunda alternativa nos parece mais provável e nos autoriza a questionar: será que outros professores com igual tempo de experiência docente e formação inicial similar, mas que, no entanto, não tenham participado das reuniões semanais de equipe, identificariam os propósitos atribuídos pelos coordenador da série às atividades?

Para investigar essa nova questão entrevistamos um conjunto de seis professores de física, todos formados na mesma instituição e com pouca experiência de ensino. As entrevistas foram individuais e tiveram a forma de uma entrevista clínica. Nela apresentávamos ao professor os roteiros das atividades, um de cada vez, e lhe pedíamos para identificar os objetivos para cada atividade. Três das entrevistas foram gravadas e nas outras três os professores responderam por escrito. Nós analisamos as transcrições das entrevistas e as respostas por escrito dos professores. Os professores identificaram objetivos imediatos que atribuem a cada atividade, eles não mencionaram diretamente propósitos pedagógicos amplos. Para identificar os propósitos, possivelmente existentes, procedemos como fizemos na análise da entrevista do professor da turma.

Resumimos nossos resultados na tabela XXI. Nessa tabela, a primeira coluna é um código para nos referirmos ao objetivo identificado pelo professor, a segunda é o próprio objetivo e, aqui, nós fizemos um primeiro agrupamento de objetivos para simplificar a análise. A terceira coluna apresenta o grau de explicitação de cada objetivo identificado pelo professor entrevistado, e para fazer essa classificação analisamos os roteiros das atividades. A quarta coluna apresenta o número de professores que identificou o objetivo e a quinta coluna apresenta o código do propósito pedagógico do coordenador da série com que o objetivo se

relaciona, ou melhor, do qual o objetivo é uma particularização, especialização ou instancialização.

**TABELA XXI**  
**GRAU DE EXPLICITAÇÃO NOS ROTEIROS, FREQUÊNCIA DE IDENTIFICAÇÃO E RELAÇÃO COM OS PROPÓSITOS PEDAGÓGICO DAS ATIVIDADES, IDENTIFICADOS POR UM GRUPO DE PROFESSORES POUCO EXPERIENTES**

<b>Cód.</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Grau de explicitação</b>	<b>Nº de prof.</b>	<b>Propósito com que se relaciona</b>
P1.1	Medir o tempo de reação	E	5	PC1
P1.2	Fazer medidas indiretas	E	4	PC1
P1.3	Compreender o processo de fazer medidas	PE	3	PC1
P1.4	Dar noções de Algarismos significativos	Imp.	1	PC1
P1.5	Trabalhar com erros de medidas	PE	5	PC3
P1.6	Fazer previsões a respeito de ordem de grandezas	PE	1	PC4
P1.7	Explorar o aspecto lúdico e de motivação	Imp.	1	PC5
P1.8	Discutir a ligação dos assuntos com o cotidiano	Imp.	1	PC5
P1.9	Fazer cálculos de velocidade	PE	6	PC6
P1.10	Trabalhar ordem de grandeza	PE	3	PC6
P1.11	Trabalhar mudanças de unidades	PE	2	PC6
P1.12	Discutir os fatores que influenciam o tempo de reação	PE	3	PC6
P1.13	Explorar Leis de Newton	Imp.	1	PC6
P1.14	Trabalhar com problema para o aluno tentar resolver	Imp.	1	
P1.15	Trabalhar em cima do saber fazer	Imp.	1	
P2.1	Utilizar instrumentos de medidas	PE	2	PC2
P2.2	Trabalhar com erros de medidas	Imp.	1	PC3
P2.3	Fazer previsões	PE	3	PC4
P2.4	Associação das grandezas físicas, medidas diretamente, com a matemática correspondente ao fenômeno	Imp.	1	PC5
P2.5	Entender o conceito de velocidade	PE	6	PC6
P2.6	Estudar o Movimento retilíneo Uniforme	E	4	PC6
P2.7	Trabalhar com transformação de unidades	PE	3	PC6
P2.8	Deduzir a equação horária do MRU	PE	3	PC6
P2.9	Visualizar a existência de força de atrito	Imp.	1	PC6
P2.10	Discutir a diferença entre corpo e partícula	PE	1	PC6
P2.11	Aplicação da teoria estudada (cinemática)	Imp.	1	PC6
P2.12	Construir e interpretar tabelas e gráficos	PE	6	
P3.1	Trabalhar erros de medidas	Imp.	1	PC3
P3.2	Fazer previsões	PE	1	PC4
P3.3	Estudar o Movimento Retilíneo Uniformemente Variado	E	6	PC6
P3.4	Diferenciar velocidade média de velocidade instantânea	PE	5	PC6
P3.5	Deduzir a equação horária no MRUV	PE	5	PC6
P3.6	Compreender o conceito de aceleração	Imp.	3	PC6
P3.7	Aprender a retirar do gráfico a equação do MRUV	PE	1	PC6
P3.8	Diferenciar movimento uniformemente acelerado de movimento acelerado.	Imp.	1	PC6
P3.9	Construir e interpretar tabelas e gráficos	PE	6	

<b>Cód.</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Grau de explicitação</b>	<b>Nº de prof.</b>	<b>Propósito com que se relaciona</b>
P3.10	Fazer com que o aluno seja capaz de interpretar uma medida indireta, obtida através dos pontos marcados na tira de papel proveniente do carrinho que desce uma rampa inclinada.	Imp.	1	PC1
P4.1	Fazer medidas	PE	3	PC1
P4.2	Identificar o período de rotação do disco em diversas frequências do estroboscópio	PE	1	PC2
P4.3	Motivacional	Imp.	1	PC5
P4.4	Compreender os conceitos de raio, período, frequência e velocidade angular, velocidade linear e angular	PE	6	PC6
P4.5	Entender o conceito de aceleração centrípeta e tangencial	PE	4	PC6
P4.6	Calcular importantes grandezas do MCU: raio, período, frequência, aceleração, velocidades angular e tangencial	PE	3	PC6
P4.7	Estudar o Movimento Circular Uniforme	E	2	PC6
P4.8	Identificar a diferença entre direção e sentido	Imp.	1	PC6
P4.9	Discutir a relatividade do movimento utilizando o estroboscópio	Imp.	1	PC6
P5.1	Fazer medidas	PE	2	PC1
P5.2	Introduzir o uso do dinamômetro	E	6	PC2
P5.3	Trabalhar com erros de medidas	Imp.	1	PC3
P5.4	Trabalhar com a decomposição de forças	PE	6	PC6
P5.5	Trabalhar com roldana	PE	4	PC6
P5.6	Discutir as condições de equilíbrio de uma partícula	PE	4	PC6
P5.7	Compreender a relação entre as unidades de medida de força	E	3	PC6
	Total		148	

No total foram listados 148 objetivos para as cinco atividades, dos quais apenas 14 (9,45%) não podem ser interpretados como particularização, especialização ou instancialização de um propósito pedagógico mais amplo, anteriormente apresentado pelo coordenador da série. Destes, 12 se referem ao fato que os 6 professores atribuíram às atividades 2 e 3 o objetivo *Construir e interpretar tabelas e gráficos*, que está relacionado à aquisição e domínio de uma importante estratégia de representação de dados: a representação gráfica. Os outros dois objetivos são expressões inexatas ou imprecisas, tais como: *Trabalhar com problema para o aluno tentar resolver* ou *Trabalhar em cima do saber fazer*. O primeiro desses se refere à idéia de desenvolver atividades práticas baseadas em investigação, um enfoque que tem sido defendido como uma alternativa pra ensinar aos alunos da educação

básica sobre a natureza da ciência. O segundo objetivo endereça uma perspectiva epistemológica que reconhece no laboratório e nas atividades práticas o *locus* para o desenvolvimento das formas mais procedimentais de saber.

Os objetivos mais identificados foram aqueles relacionados ao propósito *Instrumentalizar as atividades para auxiliar a compreensão de conceitos e procedimentos teóricos da Física* (PC6), com 89 identificações, ou 60,13% dos objetivos identificados. Em seguida, em graus sucessivos de predominância aparecem (i) *fazer medidas* (PC1), com 19 identificações ou 12,83%, (ii) *trabalhar com erros em medidas* (PC3), com 9 identificações ou 6,08%, (iii) *Utilizar instrumentos de medidas* (PC2), com 8 identificações ou 5,4%, (iv) *Fazer previsões para situações futuras* (PC4), com 5 ou 3,37% dos objetivos identificados e (v) *Motivar os alunos para a aprendizagem de física* (PC5), com 4 ou 2,7% do total de objetos identificados. A tabela XXII mostra os propósitos identificados por atividade. Nas células correspondentes indicamos o número de objetivos identificados que consideramos relacionados com as atividades.

Lembrando que, nesse instrumento de pesquisa, era oferecida apenas a leitura do roteiro. Os professores menos experientes foram capazes de identificar formas particulares ou específicas de realizar parcialmente os propósitos pedagógicos atribuídos pelo coordenador da disciplina à seqüência de atividades. É importante mencionar, ainda, que os professores não foram solicitados a imaginar propósitos pedagógicos mais gerais para uma tal seqüência de atividades, mas apenas a identificar objetivos para cada uma das atividades. Assim, o fato de não terem surgido formulações de objetivos mais amplos, que não se realizariam no decurso de cada uma das atividades, era algo esperado e compreensível. Mas, não podemos deixar de reconhecer que os professores menos experientes conseguem identificar, apenas pela leitura do roteiro, objetivos para cada atividade prática que são formas específicas de objetivos mais

amplos, que um professor mais experiente, no caso o coordenador da série, poderia atribuir à seqüência de atividades e não apenas a cada uma delas isoladamente.

Se tais objetivos são apreendidos apenas pela leitura do roteiro podemos considerar que eles são expressões de propósitos pedagógicos expressos nos roteiros. Então, isso é uma evidência que suporta a crença dos autores de materiais didáticos de que eles conseguem, pela seleção de conteúdo e pela sua forma de expressão nos materiais que elaboram, transmitir aos professores que futuramente utilizarão seus materiais, os seus próprios propósitos pedagógicos. Ou seja, a idéia de SIMON (1999), discutida no capítulo anterior, de que o objeto artificial pode ser concebido como uma interface que separa o meio interno de um meio externo em que o objeto funciona, realmente é útil para entendermos o encapsulamento de propósitos pedagógicos nos materiais didáticos. O *designer* do objeto artificial, no caso o autor do material didático, projeta um meio interior capaz de alcançar as metas pretendidas, ou seja, os propósitos que ele identifica, e que acredita poder funcionar efetivamente no meio exterior, pois a condição de que o objeto funcione no meio exterior é necessária para que ele proporcione meios para se alcançar às metas.

**TABELA XXII**  
**GRAU DE EXPLICITAÇÃO NOS ROTEIROS E FREQUÊNCIA DE IDENTIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS DAS ATIVIDADES, IDENTIFICADOS POR UM GRUPO DE PROFESSORES POUCO EXPERIENTES, POR ATIVIDADE**

Cód.	Propósitos pedagógicos	Nível de explicitação	Atividade					Total
			1	2	3	4	5	
PC1	Fazer medidas	PE	13	0	1	3	2	19
PC2	Utilizar instrumentos de medidas	PE	0	2	0	1	6	8
PC3	Trabalhar com erros em medidas	Imp.	5	1	1	0	1	9
PC4	Fazer previsões para situações futuras	PE	1	3	1	0	0	5
PC5	Motivar os alunos para a aprendizagem de física	Imp.	2	1	0	1	0	4
PC6	Instrumentar as atividades para auxiliar a compreensão de conceitos e procedimentos teóricos da física	Imp.	15	19	21	17	17	89
	Sem identificação		2	6	6	0	0	14
	<b>Total</b>		<b>38</b>	<b>32</b>	<b>30</b>	<b>22</b>	<b>26</b>	<b>148</b>

O resultado acima enunciado é importante, mas é necessário olharmos para a natureza dos propósitos identificados pelos professores. Afinal, propósitos de todas as naturezas são igualmente identificados?

Ao analisar os dados da tabela XXIII, notamos que o propósito PC6 é facilmente identificado em todas as atividades, e isso não causa surpresa, pois, afinal, trata-se de atividades práticas, mas antes de tudo, atividades de Física. Um segundo grupo de propósitos, formado pelos propósitos PC1, PC2 e PC3, também é facilmente identificado em todas as atividades, ainda que de forma menos intensa. Podemos dizer que esses três propósitos formam um núcleo rígido de propósitos que, em todas as tradições de ensino experimental, são característicos das atividades práticas. Já os propósitos PC4 e PC5, praticamente, não são identificados. Após discutirmos a segunda questão prosseguiremos na discussão da natureza dos propósitos apreendidos pelos professores pouco experientes.

Retomando a referência ao trabalho de SIMON (ibidem), podemos produzir uma segunda questão que nasce da consideração de que o meio exterior em que os materiais didáticos devem funcionar é um meio social, no qual os dois principais agentes são os professores e os alunos. Assim, cabe questionar se os propósitos dos autores também são apreendidos pelos alunos, ou seja, o material didático é também uma boa interface para os alunos?

Em nossa investigação julgamos não poder responder diretamente a esta indagação, mas apenas uma outra, mais fraca, porém correlata: o material didático, mediado pela ação do professor no laboratório, é uma boa interface para os propósitos daquele que planejou o curso? Se conseguirmos responder positivamente a essa questão, restará investigar se há alguma degradação importante entre a impressão dos propósitos dos autores de materiais didáticos e a sua recepção pelos professores que planejam os cursos. Esse último aspecto é parcialmente respondido pela investigação da primeira questão. Para investigar a segunda

questão utilizamos textos escritos pelos alunos, no início de cada aula, nos quais eles eram solicitados a identificar os objetivos das atividades por escrito, da mesma forma como procedemos com os professores com pouca experiência. A tabela XXIII, tem a mesma estrutura e, portanto, a mesma chave de leitura, da tabela XXI.

**TABELA XXIII**

**GRAU DE EXPLICITAÇÃO NOS ROTEIROS E FREQUÊNCIA DE IDENTIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS DAS ATIVIDADES, IDENTIFICADOS PELOS ESTUDANTES OBSERVADOS, POR ATIVIDADE**

<b>Cód.</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Grau de explicitação</b>	<b>Nº de Grupos de alunos</b>	<b>Propósito com que se relaciona</b>
E1.1	Medir o tempo de reação das pessoas	E	10	PC1
E1.2	Entender as idéias relacionadas à medição de tempo e espaço	E	4	PC1
E1.3	Determinar a velocidade dos impulsos nervosos	PE	2	PC1
E1.4	Ensinar novas formas para medirmos coisas a nossa volta	Imp.	1	PC1
E1.5	Utilizar instrumentos de medidas	PE	1	PC2
E1.6	Trabalhar com erros de medidas	PE	2	PC3
E1.7	Motivação (Ter aulas de física prática é melhor que teórica, pois as aulas não tornam chatas e repetitivas e aulas práticas nos mostram onde utilizar apenas uma matéria cheia de fórmulas que cai no vestibular).	Imp.	1	PC5
E1.8	Aprender noções de tempo, distância e espaço.	E	3	PC6
E1.9	Fazer cálculos com medidas	PE	1	PC6
E1.10	Compreender as diferenças entre previsão e medida	PE	1	PC6
E1.11	Chegarmos a uma resposta que nos acrescente conhecimento e aprendizagem de física.	Imp.	1	PC6
E1.12	A aula prática tem como objetivo de podermos aplicar tudo aquilo que aprendemos na aula teórica. A aula de Física ajuda-nos a entender mais sobre os fenômenos ocorrentes	Imp.	1	PC6
E2.1	Medir a velocidade de um objeto	PE	3	PC1
E2.2	Fazer previsões para percursos maiores através de pequenas medidas	PE	1	PC4
E2.3	Compreender o movimento uniforme	E	4	PC6
E2.4	Compreender a relação entre distância e tempo	PE	3	PC6
E2.5	Realizar cálculos e escrever equações	PE	2	PC6
E2.6	Entender a mudança de unidades de m/s para Km/h.	PE	1	PC6
E2.7	Desenvolver o conceito de partículas.	PE	1	PC6
E2.8	Observar o movimento uniforme	E	4	
E2.9	Construir e interpretar gráficos e tabelas	PE	3	
E3.1	Entender como funciona o MRUV.	E	4	PC6
E3.2	Mostrar a variação da velocidade em um plano inclinado.	PE	3	PC6
E3.3	Calcular a velocidade média e instantânea e aceleração.	PE	2	PC6
E3.4	Entender o conceito de aceleração.	PE	1	PC6



Cód.	Objetivo	Grau de explicitação	Nº de Grupos de alunos	Propósito com que se relaciona
E3.5	Aperfeiçoar a habilidade de calcular movimentos irregulares de forma uniforme.	Imp.	1	PC6
E3.6	Entender a relação da aceleração com a velocidade.	PE	1	PC6
E3.7	Construir e interpretar gráficos.	PE	1	
E3.8	Ampliar os conhecimentos sobre física	Imp.	1	
E4.1	Fazer medidas no MCU	Imp.	2	PC1
E4.2	Compreender o movimento circular uniforme.	E	3	PC6
E4.3	Diferenciar aceleração tangencial e aceleração centrípeta.	PE	2	PC6
E4.4	Conhecer as diferenças das rotações e frequências..	Imp.	1	PC6
E4.5	Calcular período, raio, frequência e aceleração.	PE	1	PC6
E4.6	Demonstrar de forma simples o MCU	PE	1	PC6
E4.7	Descobrir as características do MCU	E	1	PC6
E4.8	Visualizar situações do MCU	Imp.	1	
E5.1	Aprender a manusear os dinamômetros	E	4	PC2
E5.2	Aprender a calibrar os dinamômetros	E	4	PC2
E5.3	Saber fazer a leitura de diversos dinamômetros	PE	1	PC2
E5.4	Compreender através de experimentos quando um corpo está em equilíbrio.	PE	4	PC6
E5.5	Compreender a função das roldanas fixas	PE	3	PC6
E5.6	Entender os conceitos de Newton e kgf	PE	2	PC6
E5.7	Aplicar na prática, coisas que aprendemos na teoria.	Imp.	1	PC6
E5.8	Medir a força aplicada em várias situações	PE	1	PC6
E5.9	Exercitar nossa sabedoria resolvendo determinados módulos e os exercícios propostos na atividade.	Imp.	1	

Examinando a tabela XXIII, constatamos que os estudantes observados identificaram um total de 98 objetivos para as cinco atividades. Desse total, 11 objetivos ou 11,22% do total não podem ser interpretados como casos particulares ou especializados dos propósitos pedagógicos mais amplos do coordenador da série, a saber: (i) *observar o movimento uniforme* (E2.8), com 7 identificações, (ii) *construir e interpretar gráficos e tabelas* (E2.9, E3.7), com uma identificação, (iii) *ampliar os conhecimentos sobre Física* (E3.8, com uma identificação, (iv) *visualizar situações do MCU* (E4.8), com uma identificação, (v) *exercitar nossa sabedoria resolvendo determinados módulos e os exercícios propostos na atividade* (E5.9), com uma identificação. O objetivo (ii) é um objetivo bem formulado e que tradicionalmente é associado às atividades práticas. O objetivo (i) e o (iv) são análogos em natureza e parecem referir-se à uma crença muito difundida que associa ao laboratório a função de prover formas de visualizar fenômenos físicos, que é associada a uma crença na

aprendizagem pela mera percepção visual. Os objetivos (iii) e (v) ainda que formulados em uma linguagem vaga, parecem ser similares, em natureza, e referem-se de forma imprecisa e indeterminada ao propósito *Instrumentalizar as atividades para auxiliar a compreensão de conceitos e procedimentos teóricos da física* (PC6). Mas, exatamente por estarem expressos numa linguagem tão vaga é que preferimos mantê-los como objetivos não associados aos propósitos do coordenador da série.

Dos objetivos identificados pelos estudantes observados, um maior número se associa exatamente ao propósito PC6, *Instrumentalizar as atividades para auxiliar a compreensão de conceitos e procedimentos teóricos da Física*, com 51 identificações ou 52,04% do total de objetivos identificados. Em seguida, aparecem 22 objetivos, ou 22,44% do total, que podemos associar ao propósito PC1 *fazer medidas*, seguido de 10 identificações, ou 10,2 % do total, que associamos ao propósito PC2 *utilizar instrumentos de medidas*. O propósito *trabalhar com erros em medidas* (PC3) está associado a 2 objetivos, ou 2,04% do total de objetivos identificados pelos estudantes, enquanto que os propósitos *fazer previsões para situações futuras* (PC4) e *Motivar os alunos para a aprendizagem de Física* (PC5) aparecem associados a um objetivo cada. A tabela XXIV, mostra os propósitos identificados por atividade. Nas células correspondentes, como na tabela XXII, indicamos o número de objetivos identificados que interpretamos como estando relacionados com as atividades.

**TABELA XXIV**  
**GRAU DE EXPLICITAÇÃO NOS ROTEIROS E FREQUÊNCIA DE IDENTIFICAÇÃO DOS OBJETIVOS DAS ATIVIDADES, IDENTIFICADOS PELOS ESTUDANTES OBSERVADOS, POR ATIVIDADE**

<i>Cód.</i>	<i>Propósitos pedagógicos</i>	<i>Nível de explicitação</i>	<i>Atividade</i>					<i>Total</i>
			1	2	3	4	5	
PC1	Fazer medidas	PE	17	0	0	2	0	19
PC2	Utilizar instrumentos de medidas	PE	1	0	0	0	9	10
PC3	Trabalhar com erros em medidas	Imp.	2	0	0	0	0	2
PC4	Fazer previsões para situações futuras	PE	0	0	0	0	0	0
PC5	Motivar os alunos para a aprendizagem de física	Imp.	1	0	0	0	0	1
PC6	Instrumentar as atividades para auxiliar a compreensão de conceitos e procedimentos teóricos da física	Imp.	7	15	13	9	11	54
	Sem identificação		0	7	2	1	1	11
	<b>Total</b>		<b>28</b>	<b>22</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>21</b>	<b>98</b>

Contemplados de longe, esses resultados, grosso modo, indicam que os estudantes identificam, tão bem quanto os professores menos experientes, objetivos que podem ser interpretados como expressão de propósitos pedagógicos mais amplos: em ambos os grupos apenas cerca de 10% dos objetivos identificados não podem ser associados a tais propósitos. Mas, aqui, temos que ir com calma: os professores menos experientes identificaram os objetivos apenas pela leitura do roteiro, enquanto que os estudantes os identificaram a partir da leitura do roteiro e da preleção inicial, quando ela ocorreu, de seu professor. Um segundo ponto é que, examinando a tabela XXIV, imediatamente percebemos que há alguma variação entre a distribuição de objetivos identificados por ambos os grupos pelas atividades: para os estudantes, três atividades (2, 3 e 4) praticamente só têm objetivos associados ao propósito PC6 (*Instrumentar as atividades para auxiliar a compreensão de conceitos e procedimentos teóricos da Física*). No entanto, alertamos que tais variações podem ser mero efeito de acaso.

Quanto à natureza dos propósitos, podemos entendê-la melhor se retornarmos aqui aquela classificação de conteúdos sugerida por POZO (1998) e utilizada no capítulo 2: conteúdos conceituais, englobando o que POZO denomina conteúdos factuais e conceituais,

conteúdos procedimentais e conteúdos atitudinais. Nós gostaríamos de sugerir que há uma distinção adicional importante, que surge ao considerarmos o caráter teórico ou prático do conteúdo. Não queremos aqui fazer uma defesa da existência de conteúdos conceituais de caráter teórico ou prático, pois acreditamos que POZO já trabalha no paradigma da concepção teórica de conceitos, ou seja, o significado dos conceitos advêm da teia de relações teóricas que estabelecem com outros conceitos pertencentes à mesma teia, e nesse paradigma tal distinção parece desnecessária. Queremos algo mais modesto: apenas reconhecer que certos conceitos são mais relevantes para a ação prática e que outros são mais relevantes para a articulação teórica. E, é neste sentido, que usaremos conteúdos conceituais teóricos, que são relevantes para a teoria, e conteúdos conceituais práticos, que são relevantes para a ação prática. Por exemplo, no campo da eletricidade, a distinção entre voltímetros comuns e voltímetros eletrônicos pode não ser relevante para as elaborações teóricas, mas o é para a ação prática, ou a distinção entre balança analítica digital e balança analítica analógica, ou tradicional, pode não ser relevante para a teorização sobre materiais compostos, mas é relevante para a prática. Quanto aos outros dois tipos de conteúdos, os procedimentais e os atitudinais, acreditamos ser mais fácil advogar a sua separação entre práticos e teóricos. Por exemplo, conteúdos procedimentais práticos são coisas como destrezas, conhecimento de rotinas de manuseio de equipamentos e realização de montagens, rotinas de aferição de aparelhos e instrumentos, rotinas de segurança e diminuição do risco laboratorial, dentre outros. Conteúdos atitudinais práticos podem ser associados à postura em ambiente de laboratório, o senso de cuidado ao manusear equipamentos e instrumentos, a atenção dispensada ao registro cuidadoso das medidas e uma atitude de busca pelo melhor resultado experimental possível. Por sua vez, os conteúdos procedimentais teóricos estão relacionados ao uso de algoritmos, ao como fazer diferentes representações de dados e relações, etc, e os conteúdos atitudinais teóricos, ao senso de rigor, à apreciação da solução mais simples, ao

senso crítico, ao respeito e à consideração pelos argumentos dos outros e às evidências disponíveis, etc.

A partir da dupla chave de categorização teórico-prática podemos reconsiderar a categorização dos propósitos do coordenador da série e ou dos autores do material didático. O propósito PC1 (fazer medidas) é principalmente de natureza conceitual prática (identificação de relações conceituais para medidas indiretas, arranjos experimentais propícios, etc) e procedimental prática (como realizar a montagem, como controlar variáveis, etc). O propósito PC2 (Utilizar instrumentos de medida) é principalmente de natureza procedimental prático (destrezas e rotinas de manuseio do instrumento, etc) e atitudinal prático (cuidado ao manipular instrumentos, postura, etc). O propósito PC3 (trabalhar com erros em medidas) envolve as dimensões conceitual prática (conhecimentos de Algarismos significativos, média, desvios etc), procedimental prática (como fazer leitura de escala, como propagar erros, etc) e atitudinal prática (atenção dirigida pra as fontes de erros, eliminação dos erros causados pela ação do experimentador, respeito aos dados e apreciação do registro cuidado dos resultados). O propósito PC4 (fazer previsões para situações futuras) é de natureza conceitual teórica (conhecimento de fatos e conceitos relevante para a situação) e procedimental teórica (métodos de solução de equações, construção e interpretação de gráficos, etc). O propósito PC5 (motivar os alunos para a aprendizagem de Física) envolve principalmente conteúdos atitudinais, tanto práticos (apreciação da performance habilidosa, maravilhamento diante do resultado, apreciação das formas de visualização, etc), quanto teóricos (senso de apreciação estética, sensação de segurança pessoal, etc). O Propósito PC6 (instrumentar as atividades para auxiliar a compreensão de conceitos e procedimentos teóricos da física) é de natureza principalmente conceitual teórica (conhecimento de fatos e conceitos, estabelecimento de relações, etc) e procedimental teórica (métodos de resolução de problemas, algoritmos, etc). Na tabela XXV resumimos nossos resultados. Na primeira coluna temos o código que

identifica o propósito, a seguir as colunas com a frequência de identificação dos objetivos, por atividade, entre os professores e finalmente a frequência de identificação dos objetivos, por atividade, entre os estudantes.

**TABELA XXV**  
**NATUREZA DOS OBJETIVOS E FREQUÊNCIAS DE IDENTIFICAÇÃO ENTRE PROFESSORES COM POUCA EXPERIÊNCIA E ENTRE OS ESTUDANTES OBSERVADOS, POR ATIVIDADE**

Cód.	Natureza dos propósitos	Professores						Estudantes					
		Atividade					Total	Atividade					Total
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
PC1	CP e PP	13	0	1	3	2	19	17	0	0	2	0	19
PC2	PP e AP	0	2	0	1	6	9	1	0	0	0	9	10
PC3	CP, PP e AP	5	1	1	0	1	8	2	0	0	0	0	2
PC4	CT e PT	1	3	1	0	0	5	0	0	0	0	0	0
PC5	AP e AT	2	1	0	1	0	4	1	0	0	0	0	1
PC6	CT e PT	15	19	21	17	17	89	7	15	13	9	11	54
Sem identificação		2	6	6	0	0	14	0	7	2	1	1	11
<b>Total</b>		<b>38</b>	<b>32</b>	<b>30</b>	<b>22</b>	<b>26</b>	<b>148</b>	<b>28</b>	<b>22</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>21</b>	<b>98</b>

Analisando esta tabela acreditamos ter base para dizer que os roteiros enquanto interfaces para os propósitos dos autores ou do planejador do curso (o coordenador da série), aparentemente funcionam de modo similar entre os dois grupos, ou seja são igualmente ruins ou bons para professores com pouca experiência e estudantes de Ensino Médio. Desconfiamos que as diferenças exibidas podem ser um efeito devido não às características dos roteiros, mas à formação diferenciada dos professores, que possibilitam desenvolver uma maior sensibilidade para objetivos atitudinais, conceituais práticos e procedimentais práticos. Ou seja, por terem mais tempo de estudo de Física, os professores experientes reconhecem que os conceitos relevantes para a prática são diferentes dos conceitos relevantes para a teoria, que procedimentos práticos são distintos de procedimentos teóricos.

Observamos que em todas as atividades transmite-se facilmente para os estudantes o propósito mais fortemente ligado à aprendizagem dos conteúdos conceituais e procedimentais de natureza teórica. Aqueles propósitos, que formam um núcleo rígido associado

tradicionalmente às aprendizagens possíveis em ambientes de laboratório ou através de atividades práticas, só foram bem apreendidos pelos alunos em dois casos. Talvez isso indique que tais roteiros tenham características distintivas em relação aos demais. Se assim o for, então, as opções de projeto desses dois roteiros foram mais adequadas para que eles funcionassem com interfaces aceitáveis para os alunos.

---

**CAPÍTULO 6**

**MOMENTOS DE APRENDIZAGENS NO LABORATÓRIO  
ESCOLAR**

---



Neste capítulo, o foco de nossa atenção será o desenvolvimento das atividades pelos alunos e os momentos de aprendizagem ocorridos durante as aulas. Pretendemos responder as seguintes perguntas: Que importância o fato dos alunos não demonstrarem uma clara compreensão dos propósitos originais da atividade tem para o desenvolvimento dessa atividade? Essa não consciência dos objetivos poderia ter influenciado a aprendizagem dos alunos pretendida pelos professores da série? Para responder essas perguntas, analisamos as transcrições das fitas de áudio referente a um grupo de alunos, durante o desenvolvimento da seqüência de atividades. Procuraremos indícios de um entendimento dos alunos que nos permitem afirmar que estão ocorrendo aprendizagens que efetivam os propósitos pedagógicos que foram atribuídos às atividades pelo coordenador da série.

Como nós os conceituamos, os propósitos não se reduzem a meros objetivos que se concretizam durante a execução de uma atividade. No entanto, em cada atividade eles podem se fazer presentes em uma forma particularizada ou especializada. Nas próximas seções apresentaremos algumas evidências que julgamos suportar a afirmação de que, ainda que os alunos não tenham tido consciência plena e clara dos propósitos e dos objetivos, ou ainda que não tenham explicitado isso no registro que fizeram sobre seu entendimento de quais seriam os objetivos da atividade, eles aprendem “algo” durante a realização da atividade, e o que eles aprendem está ligado aos propósitos pedagógicos de quem planejou o curso.

## 6.1 - APRENDIZAGEM DE OBJETIVOS MAIS IMEDIATOS DO COORDENADOR: FAZER MEDIDAS INDIRETAS

Conforme explicitamos no capítulo anterior, o propósito “*fazer medidas*” envolve uma compreensão pelo aluno de muitos e variados aspectos ligados à mensuração de grandezas físicas, tais como, conhecer o processo de medir indiretamente várias grandezas, fazer escolher métodos e técnicas adequadas, saber selecionar instrumentos, organizar os procedimentos, etc. E é pela aprendizagem desses aspectos particulares e o seu inter-relacionamento em uma rede de conhecimentos factuais e conceituais, integrando-os, inclusive com procedimentos específicos, o que garante a realização desse propósito.

Abaixo apresentamos a transcrição de dois episódios, em que há uma interação do professor com o grupo de alunos, na tentativa de concretização de um dos objetivos imediatos, “*fazer medidas indiretas*”, propostos pelo coordenador da série para a atividade 1. Tal objetivo é uma especialização do propósito mais amplo. O primeiro desses episódios nos mostra que o professor levantou o problema “*medir a velocidade dos impulsos nervosos*” proposto no roteiro, que é uma medida indireta. Para este problema não havia orientações detalhadas. No entanto, os alunos interagindo entre si e com o professor conseguiram resolver o problema.

### Episódio 1: Interação do professor com o grupo: medidas indiretas

- E1.1 Professor:– Número 3 aí. Meça a velocidade dos impulsos nervosos. Como é que eu posso fazer para medir isso aí. Arrumem um jeito para medir essa velocidade.
- E1.2 Aluno 1: – Medir essa velocidade tem que transformar de metros por segundo para quilômetros por hora.
- E1.3 Professor: – Como é que faz para medir?
- E1.4 Aluno1: – Mas, quantos metros tinham aquela rodinha?
- E1.5 Aluno 2: – A gente tem que saber a distância.
- E1.6 Professor: – Como que você vai saber essa distância?
- E1.7 Aluno2: – Quantos metros tinha cada pessoa?
- E1.8 Aluno 1: – Uma pessoa deve ter mais ou menos.....

- E1.9 Professor: – Discute ai no grupo
- E1.10 Aluno 2: – Professor, essa distância, é à distância de uma mão até a outra?
- E1.11 Professor: – Por que é a distância de uma mão até a outra?
- E1.12 Aluno2: – Porque a gente recebeu a mensagem em uma mão e enviou para a outra.
- E1.13 Professor: – É, você arrumou uma distância né?
- E1.14 Alunos: – Então deve ser aproximadamente 55 cm.
- E1.15 Professor: – Você tem que ver a distância que o impulso percorreu.
- E1.16 Aluno1: – da mão até o cérebro!
- E1.17 Professor: – Qual foi à trajetória que o impulso percorreu?
- E1.18 Aluno2: – Espera aí. ....é à distância daqui (de uma mão) até a outra mão.....então a gente tem que calcular, deu 0,2 minutos, não 2 segundos. 2,2 segundos
- E1.19 Aluno 3: – cada um...
- E1.20 Aluno 1: – Então olha aqui, por metro...
- E1.21 Aluno 3: – Mede a distância do seu braço, e..... multiplica por 2.
- E1.22 Aluno 2: – Mede assim,.....
- E1.23 Aluno 3: – É, a mensagem vem daqui e percorre aqui.....
- E1.24 Aluno 1: – Calcula assim, divide, .....14,5. Deu 2,85.....

Nos trechos de fala E1.4 e E1.5, os alunos 1 e 2 reconhecem a necessidade de medir a distância percorrida pelos impulsos nervosos para calcular sua velocidade. Entretanto, eles não sabem exatamente como proceder para achar essa distância. Durante a interação com os alunos, o professor não falou diretamente o que eles deveriam fazer. Os trechos de falas de E1.10 a E1.24, nos dão a impressão de que o grupo entendeu o procedimento para achar a distância que os impulsos percorreram. Entretanto, depois de fazer alguns cálculos e conversar sobre outros assuntos, o grupo solicitou a ajuda do professor e apresentou novamente a mesma dúvida. Essa interação entre os alunos e o professor está apresentada no episódio 2.

### **Episódio 2: Interação do professor com o grupo: aprendendo a fazer médias e estimativas**

- E2.1 . Aluno1: – Professor, ta difícil.
- E2.2 . Professor: – Por que?
- E2.3 . Aluno 1: – Porque a gente não sabe quantos metros tem naquela rodinha. À distância de uma mão até a outra.
- E2.4 . Professor: – Mas é a medida daquela rodinha que precisa?
- E2.5 . Aluno 2: – Não, mas o tamanho dele (do colega) é bem maior que o meu.

- E2.6 . Aluno3: – A gente tem que achar outros.....outras coisas que ajudem a gente a determinar o valor.
- E2.7 . Aluno2: – Mas ai, sabendo o tamanho meu e dele, a gente faz uma média.
- E2.8 . Professor: – Tu calculaste o tempo médio né. Na realidade esta medida vai ser uma medida .....que vai me dar um valor mais ou menos próximo..... não vai ser o valor exato. Vai ser um valor próximo daquele valor que vai ser a velocidade dos impulsos nervosos. Vocês estão me entendendo?
- E2.9 . Aluno2: – Estamos.
- E2.10 . Professor: – Você vai está fazendo uma medida.....digamos, você está estimando uma medida..... Não vai ser exatamente aquela, mas vai ser próxima daquela. Vai ser uma ordem de grandeza.
- E2.11 . Aluno 2: – A gente tem só tem o n.º X, que é à distância, mais 2,85 que é a velocidade média de todo mundo, mas a gente não tem idéia de como medir pra chegar lá no,..... como deu aqui,..... na velocidade.
- E2.12 . Professor: – Pensa assim, numa pessoa, como é que o .....Qual é o caminho que o impulso nervoso faz?
- E2.13 . Aluno 1: – Vai aqui, passa pro sistema nervoso ....aí faz isso aqui, e sai, vem pra cá.
- E2.14 . Professor: – Então isso daí é uma distância né?
- E2.15 . Aluno 2: – É, uma distância.
- E2.16 . Aluno 2: – Ah! Já sei! Tem que somar a distância de um braço e do outro.
- E2.17 . Aluno 3: – Só se for isso aí multiplicado por 2,85.
- E2.18 . Aluno 1: – Mas então vai ter que medir isso daí.
- E2.19 . Aluno 3: – É a medida de uma pessoa só, pelo tempo dessa pessoa.
- E2.20 . Aluno 2: – É, só se for medir uma pessoa só!
- E2.21 . Aluno 3 : – Você pega o tempo médio dele, o tamanho dele, e faz conta de cada um assim.
- E2.22 . Aluno 2: – Não, o tempo médio de cada uma vai ser 0,200.
- E2.23 . Aluno2: – Vamos medir então. Vamos medir você, que é um tamanho normal.  
Espera aí, você estava meio assim entendeu?
- E2.24 . Aluno1: – Não, mas isso não importa não, é à distância do meu braço até a cabeça.

Os alunos sabiam que, para calcular a velocidade dos impulsos nervosos, era preciso obter a distância percorrida por eles. Sabiam, também, que essa distância era o comprimento do trajeto que ia de uma mão até o cérebro e deste, até a outra mão. Mas, como as medidas foram colhidas em um círculo, formado por todos os alunos que estavam participando da aula, isso gerou ao grupo um grande problema: como calcular a distância de uma mão até a outra se a turma era composta de pessoas com tamanhos diferentes? Esse problema fez com que eles gastassem boa parte do tempo tentando achar uma solução.

Os alunos sabiam o que precisavam fazer, mas não sabiam como fazê-lo. Eles estavam buscando medir a velocidade dos impulsos nervosos. Nessa tarefa, estava embutido o objetivo

de *fazer medidas indiretas*, mas eles não conseguiram atribuir de antemão, esse significado à tarefa. O professor ajudou o grupo a solucionar o problema. Nos trechos de fala E2.16 a E2.24, temos indícios que os alunos conseguiram concluir a tarefa. Depois do trecho de fala E2.24, e após um período de tempo, durante o qual os alunos fizeram os cálculos, o professor voltou novamente ao grupo e pediu, aos alunos, que eles lhe explicassem como haviam chegado àquele resultado. Nessa ocasião, após uma explicação detalhada fornecida pelo aluno 1, o aluno 2 disse:

Aluno 2 - Legal! Tipo assim, eu nunca imaginei isso! Para mim, medir isso era praticamente impossível! Eu achava que isso era só no “chutômetro”.

Esse trecho de fala nos mostra que foram alcançados dois dos objetivos imaginados para a atividade pelos autores de uma das versões mais antigas de seu roteiro, elaborado na década de 70. Os autores conceberam que a atividade deveria *funcionar como fator de motivação e despertar o sentimento de coisa fantástica*, objetivos que a fala do aluno mostra que aparentemente foram realizados, pelo menos nesse grupo de alunos.

Esses dois últimos objetivos também estão relacionados ao propósito pedagógico “*Motivar os alunos para a aprendizagem de física*” expresso do coordenador da série, como um propósito que orientou o planejamento da seqüência de ensino. O primeiro dos objetivos identificados acima é uma instância do propósito do coordenador e o segundo é uma variante especializada do mesmo propósito.

Esses mesmos objetivos, também são, segundo Millar e Osborne (1998), propósitos do currículo de ciências. De fato, para eles o ensino de ciências deve:

*“Procurar promover um sentimento de maravilha, de entusiasmo e de interesse na ciência, de modo que os estudantes se sintam confiantes e competentes para se envolver com problemas científicos.”*

No roteiro da atividade, esses objetivos estavam totalmente implícitos e nenhum grupo de alunos conseguiu identificá-los no início da atividade, ao fazer o registro de seu entendimento sobre o objetivo da atividade. Apesar disto, no momento em que os alunos estavam desenvolvendo a atividade, pudemos perceber que eles demonstravam satisfação e estavam engajados na realização das tarefas.

No próximo episódio está em jogo a aprendizagem de um aspecto simples mas que é, ao mesmo tempo, essencial para a realização de medidas: a sincronização do acionamento do instrumento com determinados acontecimentos vistos durante o evento observado. No caso os alunos estão discutindo sobre como medir a velocidade de um carrinho que executa um movimento retilíneo uniforme, e como sincronizar o acionamento do cronômetro com os acontecimentos que se desenrolam durante a observação. De certo modo, os estudantes estão antecipando os acontecimentos de forma a conseguirem sincronizar sua ação com eles. Apesar de ser um aspecto relativamente simples de se aprender, tal sincronização de ações, com os acontecimentos antecipados, é essencial na realização de medidas.

### **Episódio 3: Aprendendo a usar o cronômetro**

- E3.1. Aluno 4: Tem que fazer num lugar reto, não?
- E3.2. Aluno 2: 40 cm. Onde que tá os 40 cm? Tá marcado? Como é que é? No verde...
- E3.3. Aluno 3: No verde começa a medir. No preto para.
- E3.4. Aluno 2: Não! No vermelho para... Ele tá reto?
- E3.5. Aluno 2: Na hora que ele tiver onde que tem que parar?
- E3.6. Aluno 4: Na hora que o final dele passar por aqui.
- E3.7. Aluno 2: O referencial tá na ponta? Ah! É. Tá certo.
- E3.8. Aluno 4: Quando a gente chegar aqui, para?

## **6.2 APRENDIZAGEM DE OBJETIVOS MAIS IMEDIATOS DO COORDENADOR: UTILIZAR INSTRUMENTOS DE MEDIDAS**

O segundo propósito que o coordenador da série declarou ter tido ao planejar a seqüência de ensino foi o de “utilizar instrumentos de medidas”. Conforme já comentamos, no capítulo anterior, utilizar instrumentos de medidas significa, dentre outras coisas, que o aluno deve ganhar familiaridade com diversos instrumentos de uso geral, desenvolver as destrezas básicas para operá-los com eficiência, inclusive saber efetuar a leitura de suas respectivas escalas, identificar a unidade em uso e a precisão do aparelho.

Apresentamos abaixo trechos da transcrição de dois episódios distintos, ocorridos em aulas distintas e envolvendo dois grupos diferentes de alunos. No primeiro episódio está destacado a aprendizagem do uso do cronômetro e no segundo o uso do dinamômetro.

### **Episódio 4: Ler corretamente o cronômetro usando algarismos significativos**

- E4.1. Professor: Eu ainda não quero que vocês façam as medidas, eu quero que vocês mexam com ele (cronômetro) e aprendam a medir.
- E4.2. Aluno 2: Tá bom, então vamos ver aqui.
- E4.3. Professor: Agora, vocês têm que olhar que às vezes ele não volta para o zero certinho e vocês têm que apertar de novo
- E4.4. Professor: Façam o seguinte, vamos disparar e medir.....quanto é que deu isso ai?
- E4.5. Aluno2: Isso é um grande problema. Sete segundos e....
- E4.6. Professor: Usa os algarismos significativos ta?
- E4.7. Aluno 1: Sete segundos e
- E4.8. Aluno 3: Dois milésimos
- E4.9. Aluno 1: Professor, você não tem cronômetro digital ai não?
- E4.10. Aluno2: Sete segundos e. Aqui é: 7,37 e alguma coisa.
- E4.11. Professor: Qual é o algarismo que vocês estimaram ai?
- E4.12. Alunos: 7,37
- E4.13. Professor: Qual o algarismo que tu chutaste?
- E4.14. Aluno 1: Sete
- E4.15. Professor: Está bom, era isso que eu queria ver.

Tal episódio nos mostra que o professor tinha por intenção que os alunos aprendessem, na prática, como se faz a leitura do cronômetro utilizando algarismos significativos.

Inicialmente os alunos apresentam dificuldade em fazer a leitura correta do cronômetro analógico. Diante dessa dificuldade o aluno 1 pergunta ao professor se ele não tem cronômetro digital. Essa pergunta nos dá indícios que esse aluno além de não saber utilizar o cronômetro analógico, que ele tem dificuldade em fazer uma leitura do algarismo avaliado, mostrando que não sabe utilizar algarismos significativos. Entretanto, no final dessa seqüência de fala, esse mesmo aluno dá indícios ao professor que ele entendeu o que é um algarismo significativo e o professor por sua vez, demonstra ao aluno que ficou satisfeito com sua resposta ao fazer o comentário: Está bom, era isso que eu queria ver.

Saber utilizar o instrumento pressupõe saber fazer a leitura da escala de forma correta, até a precisão permitida pelo instrumento. O episódio cinco mostra um grupo fazendo a leitura de um cronômetro. Ainda que faça referência aos algarismos significativos, aqui a ênfase está em ler a escala e fazer um registro escrito fidedigno da leitura feita, e não em operar com algarismos significativos.

### **Episódio 5: Ler corretamente o cronômetro usando algarismos significativos**

- E5.1. Aluno 3: Põe reto gente! Vamos aí, um dois, três e ... já!  
 E5.2. Aluno 2: Já... parou...dois... não?  
 E5.3. Aluno 3: dois e meio... Agora de zero a quarenta?  
 E5.4. Aluno 1: Isso! De zero a quarenta. Um, dois, três e já!  
 E5.5. Aluno 2: três vírgula sete  
 E5.6. Aluno 1: quatro  
 E5.7. Aluno 2: quatro? Ah! É mesmo. Quatro vírgula dois, vírgula 1 ou vírgula 2.  
 E5.8. Aluno 1: Quatro vírgula dois. Vê se vocês concordam.  
 E5.9. Aluno 3: É! Também acho que é quatro vírgula dois.  
 E5.10. Aluno 4: Ah! passou um pouquinho. É quatro vírgula vinte e cinco.

No episódio seis os alunos interagem entre si e com o professor aprendendo a utilizar o dinamômetro. Aqui há evidências de aprendizagem sobre como proceder para fazer a medida, como fazer a leitura e como identificar a unidade.



### Episódio 6- Aprendendo a utilizar o dinamômetro

- E6.1 . Professor: quem que começa?
- E6.2 . Aluno 3: não sei.
- E6.3 . Aluno 1: eu tô medindo aqui, já.
- E6.4 . Professor: será que é assim que mede?
- E6.5 . Aluno 3: é o contrário. O trem tá de cabeça prá baixo, você não tá vendo aí?
- E6.6 . Professor: faz aqui, ó.
- E6.7 . Aluno 1: é o contrário.
- E6.8 . Professor: vamos ver aqui ó. Esse aqui é melhor fazer, olha? Aumentou tudo, tá? Tu tem prá critério isso aqui olha?
- E6.9 . Aluno 4: não.
- E6.10 . Aluno 3: é! Eu já chutei, mas não sei como é que faz pra dar isso não. Tirar a mola?
- E6.11 . Professor: oi?
- E6.12 . Aluno 1: abrir esse negócio? Eu já abri.
- E6.13 . Professor: vamos a estaca zero, gente.
- E6.14 . Aluno 4: estaca o que?
- E6.15 . Aluno 3: zerar.
- E6.16 . Aluno 1: eu já abri esse aqui.
- E6.17 . Aluno 1: o seu não tá zerado.
- E6.18 . Aluno 3: só que eu não tinha descoberto a finalidade não.
- E6.19 . Professor: tá bom? Então isso aqui é pra zerar. Vocês já descobriram essa escala do dinamômetro? Cada um?
- E6.20 . Aluno 3: deve ser isso daqui, né?
- E6.21 . Professor: o daqui tá medindo...por aí, daqui eu tô medindo aqui: 5. 5 é o peso em?
- E6.22 . Aluno 3: aí é com Newton?
- E6.23 . Professor: em?
- E6.24 . Aluno 3: 5 Newtons ou...
- E6.25 . Professor: em?
- E6.26 . Aluno 1: o Newton desse 0,1.
- E6.27 . Professor: isso aqui é...é...se eu meço aqui ó. Isso aqui vai ser o que?
- E6.28 . Aluno 1: não sei!
- E6.29 . Aluno 3: 5 uai!
- E6.30 . Professor: não! Mas aqui é 5 o que? Que unidade?
- E6.31 . Aluno 3: Newton
- E6.32 . Professor: por que?
- E6.33 . Aluno 3: porque esse troço aí tá em Newton.
- E6.34 . Professor: oi?
- E6.35 . Aluno 3: não sei fessor.
- E6.36 . Professor: Espera aí olha: esse 20 aqui é o que? Sem interrogar isso, percebeu?
- E6.37 . Aluno 2: o meu é zero.
- E6.38 . Professor: Por que? Por que?
- E6.39 . Aluno 4: o meu é 1.
- E6.40 . Professor: quê que é esse ...quê que é 10 ... que é aqui 1? E o que que é esse 0,01.
- E6.41 . Aluno 3: ah! esse aqui é abaixo com mais facilidade do que aquele ali.

- E6.42 . Aluno 4: É! Esse aí é mole.
- E6.43 . Professor: então tem que entender aí, o que que é aí? Esse ( ... ) que que é? Puxa aqui ó, vamo ver aqui, vamo ver.
- E6.44 . Aluno 2: ai meu dedo!
- E6.45 . Aluno 3: ah! cada ... coisinha desse daqui é ...
- E6.46 . Professor: viu só? Opa!
- E6.47 . Aluno 3: cada um desse daqui é 0,1 Newton?
- E6.48 . Professor: Ó! Aqui: aqui é 20 Newton, não é?
- E6.49 . Aluno 3: então cada ... cada coisa desse, é 0,1 Newton?
- E6.50 . Prof: não! Olha aqui, olha: você tá aqui, você tá aqui, você tá aqui ... olha ... 20 Newton, tá? Tá?
- E6.51 . Aluno 3: tá, tá. Ah! e daí?
- E6.52 . Prof: 1 Newton ... 1 Newton, né? Aqui é...
- E6.53 . Aluno 3: então, professor! Isso daqui é o 0,25 Newtons, não?
- E6.54 . Prof: vai fazer. Vai até 10. Então aqui: esse ... esse ... vinte, esse ... 1, esse 10 é o que? Alí? Tá no cinquenta o que? Oi?
- E6.55 . Aluno 2: ali, não sei fazer essa.
- E6.56 . Prof: É ... não! É o limite. Da ... da ... da ( ... )
- E6.57 . Aluno 3: não! Daí esse 0,25 aqui?
- E6.58 . Prof: É o que? Vamo pensar aqui.
- E6.59 . Aluno 4: 0,25 menos, ou ?
- E6.60 . Prof: É! 0,20 vai ser o que?
- E6.61 . Aluno 3: vai ser ... deixa eu ver? Só uma coisa.
- E6.62 . Prof: o que que você tá fazendo aí? Ó! 0,01.
- E6.63 . Aluno 3: então cada coisinha desse aqui é isso, né não?
- E6.64 . Prof: isso! Tatiana! É isso!
- E6.65 . Aluno 3: Ah, professor! É isso que eu tava te falando tem um tempão. Você que não tá entendendo.

### **6.3 - APRENDIZAGEM DE OBJETIVOS MAIS IMEDIATOS DO COORDENADOR: TRABALHAR COM ERROS EM MEDIDAS**

Os currículos tradicionais de física adotados na década de 1960, no Brasil, consideravam que trabalhar com erros em medidas, consistia em dominar os conceitos de Algarismos significativos, cálculo da média de um conjunto de medidas, cálculo do desvio e do desvio absoluto médio, cálculo do erro percentual, propagação de erros em cálculos que envolvem medidas. Ao longo das décadas de 1970 e 1980, tais objetivos foram se

degradando. Assim é que, na primeira versão do conhecido livro de Física de A. Máximo e Beatriz Alvarenga (DA LUZ & ALVARENGA, 1978), o famoso livro amarelo, o tema operações com algarismos significativos abordava as quatro operações básicas com medidas (adição, subtração, divisão e multiplicação), o cálculo de desvios, desvio médio absoluto e do desvio percentual. Já a segunda e a terceira edições do mesmo livro didático tratam as operações com algarismos significativos, mas abandonam o cálculo de erros.

É, pois, natural que uma primeira abordagem de trabalhar com “erros em medidas” tenha um sentido mais restrito de (i) desenvolver uma consciência de que a toda medida está intrinsecamente associada a um erro, (ii) desenvolver uma consciência de que parte do erro associado a cada medida pode ser eliminada por atitudes corretas de experimentação e (iii) desenvolver uma capacidade de operar com algarismos significativos em operações simples.

Na seqüência de aulas observada, a ênfase estava colocada em desenvolver um entendimento básico do que é algarismo significativo, e em medir algarismos significativos. O episódio 7 abaixo ilustra um grupo de alunos usando o conceito, ainda que com alguma incompreensão.

### **Episódio 7 – Alunos usando algarismos significativos**

- E7.1 . Professor: Tem que usar algarismo significativo, por exemplo, essa medida aqui ó... esse 2, é o estimado.
- E7.2 . Aluno 1: Não, a gente já arredondou.
- E7.3 . Aluno 3: Ah é! Deu 2,0.
- E7.4 . Professor: Por quê vocês arredondaram para 2?
- E7.5 . Aluno 2: Ah! Por que deu 1,99.
- E7.6 . Professor: Esse negócio aqui... quando é metros aqui...o quê que vai acontecer?
- a. Aqui ... aqui com quantas casas que eu tenho que fazer a medida? Usando algarismos significativos?
  - b. É ... tem uma depois da vírgula ou duas?
- E7.7 . Aluno 3: Uma.
- E7.8 . Professor: Aqui ó dá 3, mas aqui ó, tú vê que tem aí o 3,1, 3,2, 3,4... Não tem? Então eu tô medindo aqui décimos de segundos, não tô? Então o que eu tô estimando aqui na minha medida vai ser esse negocinho que tá aí entre esses dois décimos de segundo... é o centésimo.
- E7.9 . Aluno 1: Então se tiver 1,1...

- E7.10 . Professor: Enquanto se for medida de tempo, aqui vai ter que ser com duas casas depois da vírgula, no segundo.
- E7.11 . Aluno 2: Mas aí tem que arredondar ela né? No caso: 1,91 a gente pode arredondar por 1,9?
- E7.12 . Professor: Esse aqui ó, o digital (cronômetro) ele é diferente do analógico, ele já estima o centésimo, ele já te dá esse valor estimado.
- E7.13 . Pois é, então aqui ó, aí seria também com duas casas ta bom? Agora, é claro que....ao fazer o gráfico, aí vocês arredondam.
- E7.14 . Aluno 3: Ah! Tá bom. Não, mas é o ponto, eu tô falando na tabela.
- E7.15 . Aluno 3: Mas quanto que deu?
- E7.16 . Aluno 1: Deu 1,99. No gráfico vai ser 2,0.
- a. Depois 5,67 e podemos arredondar para 5,7
- E7.17 . Aluno 3: 3,67, arredondamos para 3,7.
- E7.18 . Aluno 1: 4 virgula...
- E7.19 . Aluno 3:...68, eu acho.
- E7.20 . Aluno 2: 68
- E7.21 . Aluno 3: É, mas nós arredondamos pra 4,7.
- E7.22 . (mais a frente)
- E7.23 . Aluno 1: Nossa! Mas será que a gente não usa esse valor todo aqui em segundos não?
- E7.24 . Aluno 2: Eu acho que aqui, uma única casa depois da vírgula é suficiente. Quando a gente fala em metros então a gente tem que considerar os números decimais, essas coisas, sabe? Mas tempo, tem que considerar décimos de segundos aqui, né?
- E7.25 . Aluno 3: Pode arredondar, não pode?
- E7.26 . Aluno 1: Pode. Então vai ser 17.
- E7.27 . Aluno 3: É, 17
- E7.28 . Aluno 2: Então vamos arredondar, isso aí pra 17.

#### **6.4 - APRENDIZAGEM DE OBJETIVOS MAIS IMEDIATOS DO COORDENADOR: FAZER PREVISÕES PARA EVENTOS FUTUROS**

Fazer previsões baseadas em argumentos científicos é um dos propósitos destacados pelo professor, e é um propósito difícil de se ensinar. Fazer previsões faz parte da nossa forma usual de interagir com pessoas e objetos. É uma atividade tão natural que nós nos espantamos, não com o fato de acontecer o que antevemos, mas quando erramos nossas previsões. Assim, pode-se argüir que não há nada de muito novo neste propósito, exceto se nos dedicamos a explicitar os raciocínios utilizados para fazer a previsão, explicitar a base de conhecimentos conceituais e factuais de que partimos e as leis que utilizamos para deduzir o resultado.

O seguinte extrato ilustra o momento em que um grupo de alunos está a fazer uma previsão sobre o movimento uniforme de um caminhão de brinquedo.

### **Episódio 8: Alunos fazendo previsão**

- E8.1 . Aluno 1: Tem que dar 6.  
E8.2 . Professor: Deu 4 e tem que dar 6 porque?  
E8.3 . Aluno 1: Porque o primeiro deu 3. A velocidade é a mesma, só à distância que aumenta, aí dá na reta.  
E8.4 . Professor: Vamos lá (caminhão) mede aí.

O professor intervem na discussão para cobrar a explicitação de uma razão para a previsão feita. Caso isso não tivesse sido feito, a previsão teria sido a manifestação de um mero palpite. Pode-se questionar se, de fato, os alunos conseguem explicitar o raciocínio para elaborar a previsão ao responder para o professor na fala E8.3. Mas nós entendemos que o professor se deu por satisfeito por haver entendido o raciocínio do aluno e por julgar que os alunos do primeiro ano têm alguma dificuldade para expressar o seu próprio pensamento.

### **6-5 APRENDIZAGEM DE OBJETIVOS MAIS IMEDIATOS DO COORDENADOR: MOTIVAR OS ALUNOS PARA APRENDER FÍSICA**

Em geral, há dois tipos de motivações para um aluno: aquelas que mobilizam de forma espontânea suas energias e esforços, as chamadas motivações intrínsecas e as motivações extrínsecas, que induzem a mobilização das mesmas energias e esforços a partir de estímulos externos. As motivações intrínsecas não são facilmente manipuláveis pelo professor. Mas um dos autores da versão mais antiga da primeira atividade mencionou em sua entrevista a intenção de que a atividade provocasse uma certa sensação de maravilhamento. Este apelo à experiência estética revela uma esperança de que alguns alunos, senão todos, sentir-se-iam

profundamente impressionados e tocados por uma tal experiência, a ponto de se engajarem na aprendizagem de física. Não vimos, nas transcrições, nenhum episódio que revelasse essa experiência estética tão efusiva. Mas a primeira atividade provocou um certo espanto em um dos alunos de um grupo observado, a ponto dele manifestar-se:

Aluno 2 - Legal! Tipo assim, eu nunca imaginei isso! Para mim, medir isso era praticamente impossível!

Por sua vez, as motivações extrínsecas são mais facilmente manipuladas pelo professor. E uma forma muito fácil de manipular os interesses dos alunos por um tema ou problema consiste em atribuir caráter de matéria de prova ao tema de interesse. Os alunos aprendem a reconhecer aquilo que pode cair na prova e tentam aprender sobre esses assuntos.

Os extratos a seguir exemplificam essa atitude:

E9.1 . Aluno 3 → É, multiplica isso por 3,6. Multiplicou?

E9.2 . Aluno 1 → Porque 3,6?

E9.3 . Aluno 3 → Professor acabou de falar! É uma regra que tem para transformar metros por segundo para km por horas.

E9.4 . Aluno 1 → Ah tá.

E9.5 . Aluno 2 → Você multiplica metros por 3,6 né?

E9.6 . Aluno 3 → É uma regra entendeu? É bom a gente saber, para fazer na hora da prova lá.

E10.1 . Aluno 1 → Gente, deve pedir gráfico na prova.

E10.2 . Aluno 2 → Ah, o quê? Gráfico eu acho que não.

E10.3 . Aluno 1 → Ah! Eu acho que gráfico cai sim.

E11.1 . Aluno 2 → Vamos fazer o exercício do estroboscópio lá.

E11.2 . Aluno 3 → Essa matéria deve cair na prova bimestral

E11.3 . Aluno 2 → É, vai cair, eu acho. Vou perguntar ao professor depois.

Até agora eu não entendi nada desse estroboscópio!

E11.4 . Aluno 3 → Eu também não!

E12.1 . Aluno 4 → Não precisa de escrever não.

E12.2 . Aluno 3 → Eu vou escrever, porque eu só estou afundando nas provas.

E12.3 . Aluno 4 → Mas isso aqui nem ajuda não.

E12.4 . Aluno 3 → Você que acha!

Assim parece que as atividades observadas funcionam melhor para motivar extrinsecamente o estudante do que para promover manifestações de motivação intrínseca.

## **6.6 – APRENDIZAGEM DE OBJETIVOS MAIS IMEDIATOS DO COORDENADOR: CONSTRUIR E INTERPRETAR GRÁFICOS E TABELAS**

Esse propósito refere-se ao desenvolvimento de certas habilidades e à aprendizagem de conhecimentos associados ao uso das representações gráficas, de amplo uso na física e outras ciências empíricas. O coordenador destacou esse propósito para as atividades 2 e 3. O Episódio que destacamos a seguir, nos fornece indícios de concretização do propósito do coordenador sobre a aprendizagem da escolha de escalas adequadas para representação gráfica do movimento, a utilização de linhas guias para união dos pontos e a construção da reta do movimento.

### **Episódio 13: A construção de um gráfico pelos alunos**

- E13.1 . Aluno 1 → Pronto gente. Já dá pra fazer três medidas. Já dá prá fazer um gráfico.
- E13.2 . Aluno 2 → Como que a gente faz isso aqui gente?
- E13.3 . Aluno 1 → A gente pega e... a gente tem que colocar o quê que a gente vai representar. A gente vai representar. A gente vai representar tempo do lado de cá. Não! Aqui em cima. E a distância aqui em baixo.
- E13.4 . Aluno 4 → Não! Não é distância e tempo?
- E13.5 . Aluno 3 → E só! Distância em cima e tempo embaixo. Sempre foi. É só prá... caber mais. Faz a escala de distância de 10 em 10.
- E13.6 . Aluno 3 → Ou então de 5 em 5.
- E13.7 . Aluno 1 → Vocês tão pondo de meio em meio centímetros né?
- E13.8 . Aluno 4 → De meio em meio.
- E13.9 . Aluno 3 → De meio em meio vai ficar difícil calcular, gente!
- E13.10 . Aluno 4 → Claro que não.
- E13.11 . Aluno 1 → Vamos colocar distância em 1 centímetro aí você coloca 10.  
Aí 20,30,40  
Distância em baixo, aí você conta de 1 em 1 centímetro colocando 10.
- E13.12 . Aluno 3 → Você tá colocando de 1 em 1.
- E13.13 . Aluno 1 → De 1 em 1.

- E13.14 . Aluno 3 → Faz assim ó: cada milímetro é um segundo. Fica mais fácil.
- E13.15 . Aluno 1 → Fica assim meio...coisa, mas dá prá fazer.
- E13.16 . Aluno 3 → Tem que começar do zero?
- E13.17 . Aluno 1 → Tem. A regra... tem que começar sempre na origem.
- E13.18 . Aluno 3 → Mas o meio não dá não.
- E13.19 . Aluno 1 → O meu deu assim encontrei com o 1º e com o último ponto. O meu ficou assim na reta.
- E13.20 . Aluno 3 → Se eu encontrar com o 1º eu não encontrei com o último não.
- E13.21 . Aluno 2 → São dois gráficos que a gente tem que fazer não é?
- E13.22 . Aluno 3 → Vê se é a mesma medida?
- E13.23 . Aluno 4 → Deixa eu ver se o meu vai dar igual o seu. Espera aí.
- E13.24 . Aluno 1 → Encontra o primeiro com o último...não! fica no zero, na origem. O meu também ficou assim. Depois você olha o meu pra você ver.
- E13.25 . Aluno 3 → Tá marcado 275 metros. E é 170. Por isso que nunca vai encontra com a última. O meu não encontrou. O meu encontrou com a primeira. É pra fazer a distância em centímetros e o tempo em segundos, né?

Destacamos o próximo episódio porque ele nos fornece indícios que os alunos estão entendendo que a inclinação do gráfico de velocidade versus tempo, fornece a aceleração do movimento. Esse foi um dos propósitos destacado pelo coordenador.

#### **Episódio 14: Os alunos associam a inclinação do gráfico $v \times t$ com a velocidade desenvolvida no movimento que eles observaram.**

- E14.1 . Aluno 1 → E o que? Pra calcular inclinação...
- E14.2 . Aluno 3 → A aceleração é a inclinação não é?  
Então é... velocidade sobre o tempo.
- E14.3 . Aluno 1 → Velocidade inicial...  
Velocidade vezes inicial, tempo vezes tempo inicial.
- E14.4 . Aluno 3 → Vai dar uma ... vai dar uma aceleração alta!  
Vai dar diferente essas variações. Vai dar uma aceleração alta.
- E14.5 . Aluno 1 → 55 menos... 18. Mas isso é velocidade média né?
- E14.6 . Aluno 3 → Não.
- E14.7 . Aluno 1 → 55 vezes 18,3
- E14.8 . Aluno 3 → 18,3 ou 10? 55 menos 10 né?
- E14.9 . Aluno 3 → Por que não tá partindo do 10? Então 55 menos 0
- E14.10 . Aluno 1 → Não! 55 menos 18, Ah! é ... tá certo..menos 10.
- E14.11 . Aluno 2 → Mas a inclinação não é aceleração? No gráfico deve ser... devia ser... a distância.
- E14.12 . Aluno 3 → A inclinação é a aceleração....  
(.....)
- E14.13 . Aluno 1 → Aceleração é.....



- E14.14 . Aluno 2 → A inclinação de uma reta geral , assim.  
 E14.15 . Aluno 2 → Seria ....seria o ângulo.  
 E14.16 . Aluno 1 → O que? Pra você calcular inclinação?  
 E14.17 . Aluno 2 → São 4 vezes a altura de .....esse negócio ta errado  
 E14.18 . Aluno 3 → É 90.  
 E14.19 . Aluno 1 → 45 dividido por 0,5 é 90?  
 E14.20 . Aluno 3 → Não é inclinação gente?  
 E14.21 . Aluno 1 → É aceleração.  
 E14.22 . Aluno 3 → É a aceleração. Vai ser V sobre t  
 E14.23 . Aluno 1 → Velocidade.....coloca 90. É isso mesmo.

**6.7- APRENDIZAGEM DE OBJETIVOS MAIS IMEDIATOS DO COORDENADOR:  
 INSTRUMENTALIZAR AS ATIVIDADES PARA AUXILIAR A COMPREENSÃO DE  
 CONCEITOS E PROCEDIMENTOS TEÓRICOS DA FÍSICA**

Este é um propósito que aparece na forma de aprendizagem sobre conteúdos factuais, conceituais e procedimentais teóricos. Ele se realiza pela aprendizagem, em cada atividade, de fatos e conceitos, bem como pela aplicação de conceitos para interpretar situações experimentais que, inclusive, podem gerar conflitos para os alunos, na medida em que tais situações desafiam os seus entendimentos.

É fácil localizar pequenos trechos das transcrições que evidenciam o uso de conceitos para entender situações da atividade. Nós destacamos um episódio mais longo, o episódio 15 abaixo, em que o professor discute com o grupo de alunos, ajudando-os a observar, entender e interpretar uma das quatro tarefas previstas no roteiro da quinta atividade. O tema da tarefa era “entender a função da roldana fixa”.



- E15.34 . Aluno 4: não?
- E15.35 . Aluno 3: mesma coisa, fessor.
- E15.36 . Aluno 4: tá errado não? Essa mola aí não é a que divide o peso ao meio não?
- E15.37 . Aluno 1: É a roldana que divide, não a mola.
- E15.38 . Professor: Isso aqui é o seguinte:
- E15.39 . Aluno4: Ah! Já entendi! Você só muda a direção, né?
- E15.40 . Professor: se conseguirmos fazer isso aqui, podemos mudar a direção das duas.
- E15.41 . Aluno 2: então é...o comprimento da mola não variou com a mudança de direção.
- E15.42 . Professor: É! Aí ele pergunta: qual a função da roldana fixa? Fala aí.
- E15.43 . Aluno 1: mudar a...o sentido da força.
- E15.44 . Professor: Sentido?
- E15.45 . Aluno 2: Não, direção.
- E15.46 . Professor: Então, ao invés de eu puxar esse corpo assim, olha: eu puxo ele assim, fica mais fácil.
- E15.47 . Aluno 3: então cada uma das direções a mola faz...força diferente?
- E15.48 . Aluno 2: não.
- E15.49 . Aluno 1: não.
- E15.50 . Aluno 2: você pega lá?
- E15.51 . Aluno 4: então! Põe assim, então: ( ... ).
- E15.52 . Aluno 2: é...em cada uma dessas medidas o comprimento da mola faz força diferente? Ah, não! O comprimento da mola não mudou, quando mudou...a direção.
- E15.53 . Aluno 4: não!
- E15.54 . Aluno 2: o comprimento da mola não mudou, quando mudou...
- E15.55 . Aluno 3: cadê a régua?
- E15.56 . Aluno 2v Bom, então, qual a função de uma roldana fixa?
- E15.57 . Aluno 1: mudar o sentido...
- E15.58 . Aluno 2v mudar o sentido de uma força sem mudar...o seu módulo.
- E15.59 . Aluno 4: mudar a direção.
- E15.60 . Aluno 3: mudar a direção...
- E15.61 . Aluno 2: mudar a direção de uma força sem mudar o seu módulo.
- E15.62 . Aluno 3: é!
- E15.63 . Aluno 4: a função de uma roldana fixa é mudar a direção...sem mudar o módulo...
- E15.64 . Aluno 3: mudar a direção de uma força, sem mudar seu módulo.

No primeiro trecho de fala podemos perceber que os alunos atribuem à roldana fixa a função de dividir a força. Isso talvez esteja associado ao fato de que normalmente vemos, em nosso dia-a-dia, a roldana ligada ao deslocamento de objetos pesados, como por exemplo, quando os pedreiros precisam levar do chão, baldes de massa, ou outros objetos, para um lugar mais alto e utilizam as roldanas para ajudá-los nesta tarefa. Desta forma, é comum às pessoas em geral, associar a roldana com a diminuição de força. Em sua entrevista, o

coordenador da série demonstrou preocupação em estar constantemente desafiando e problematizando idéias, como essa, com que os alunos vêm para a escola.

Na seqüência da fala dos trechos E15.2 ao E15.21, parece que os dados que os alunos estão obtendo, estão contrariando as expectativas que eles tem em relação à função da roldana de dividir a força, entretanto, eles não estão querendo aceitar os dados e o grupo não consegue chegar a um consenso. Por isso, o grupo solicita a ajuda do professor. Ao mesmo tempo, ocorrera um problema com a montagem, a corda que passa pela roldana havia se soltado e o professor, ao chegar à mesa, primeiro arrumou a montagem e depois pediu para um aluno lhe dizer em qual parte da atividade o grupo estava. No entanto e novamente, o professor não dá a resposta direta para os alunos. Nos trecho E15.26 ao E15.46, o professor interage com o grupo, induzindo os alunos a concluírem que a roldana fixa não altera o valor da força aplicada pelos dinamômetros. O professor faz algumas explorações com a montagem e algumas perguntas aos alunos na tentativa de levá-los a perceberem a função da roldana fixa. Nessa interação, parece que o professor conseguiu seu objetivo. Nesse momento ele sai de cena e o grupo tenta entender a função da roldana fixa. Nos trechos de fala E15.47 ao E15.64 temos indícios que os alunos entendem de forma adequada o funcionamento da roldana fixa, realizando um propósito específico da atividade e contribuindo para realizar propósito pedagógico de *instrumentalizar as atividades para auxiliar a compreensão de conceitos e procedimentos teóricos da física.*

## **6.8- PADRÕES OBSERVADOS AO LONGO DO DESENVOLVIMENTO DA SEQÜÊNCIA DE ATIVIDADES PELOS ALUNOS**

### **Características dos roteiros**

Os roteiros das atividades desenvolvidas na seqüência de ensino observada foram elaborados seguindo uma orientação voltada para a execução de muitas tarefas curtas, entremeadas de questões para auxiliar a interpretação e provocar reflexão. Os roteiros davam, então, muito pouca liberdade aos alunos para que eles extrapolassem para além das tarefas e questões propostas. O número de questões e de tarefas era grande e para desenvolvê-las, os alunos gastavam todo o horário da aula de laboratório.

Os roteiros não possuíam textos que descrevem ou contextualizam o objeto da investigação. Fazer ou não uma tal descrição e contextualização ficava a juízo de cada professor. Apesar disso, todos os roteiros, pela sua forma e natureza, parecem favorecer o estabelecimento de um “diálogo” aluno-aluno e aluno-professor. Três dos cinco roteiros possuíam uma questão que solicitava dos alunos a explicitação de suas expectativas em relação a uma determinada situação. Esta questão levava o aluno a fazer uma previsão sobre a situação, em seguida, realizar o experimento e contrastar os resultados encontrados com a previsão feita anteriormente. Todos os alunos foram orientados a responder todas as questões dos roteiros no caderno e cada grupo deveria entregar, para o professor, um relatório final de cada atividade.

Num ambiente de aprendizagem assim, podemos esperar que os alunos aprendam algo que permaneça implícito. Talvez um resultado importante seja o desenvolvimento de uma capacidade de realizar tarefas com instruções curtas e incompletas, voltadas para metas pouco explícitas. Isso é importante para a performance em ambientes práticos de trabalho, nos quais

nem sempre há roteiros de ação claros e bem estabelecidos, a especificação das tarefas é pobre e as metas, na maioria das vezes, só se tornam claras durante o desenrolar das tarefas.

Ao analisarmos as gravações em áudio de um mesmo grupo de alunos observados durante a seqüência de ensino, nós pudemos construir uma breve descrição da aquisição dessa autonomia de ação. Nossa análise das conversas dos alunos nos mostrou que houve uma certa progressão em relação à autonomia deles para desenvolver as atividades.

Na atividade 1 e 2, o grupo interagiu muito com o professor para realizar as medidas e responder as questões solicitadas no roteiro. A interação com o professor surgia tanto de iniciativas do grupo como do professor. Em alguns episódios o grupo solicitava a ajuda do professor, em outros, o professor passava pelo grupo e percebia que os alunos estavam com dificuldade, sem conseguir desenvolver a atividade ou que os alunos estavam executando as tarefas sem compreender o que estavam fazendo.

Na atividade 3, o grupo apresentou mais autonomia durante o desenvolvimento da atividade, os episódios de interação do professor com o grupo foram menos freqüentes do que nas duas primeiras atividades.

Nas atividades 4 e 5, os alunos desenvolveram a quase toda atividade sozinhos, solicitando a ajuda do professor em pouquíssimos momentos. Na atividade 4 eles solicitaram a ajuda do professor depois que eles tentaram entender o que significa “Hz” e não conseguiram. Mais no final eles solicitaram novamente a ajuda do professor, pois os resultados encontrados por eles estavam diferentes da expectativa deles. Na atividade 5, as poucas solicitações que eles fizeram ao professor foram, também, porque os resultados não coincidiam com as expectativas.

Outras aprendizagens que ocorreram durante as atividades práticas estão relacionadas a diversas estratégias de estudo e interação em grupo. Analisando as transcrições das fitas de

áudio pudemos identificar que os alunos lançavam mão das seguintes estratégias: (i) leitura inicial do roteiro, (ii) simulação da atividade, (iii) utilização do conhecimento prévio para prever resultado, (iv) Divisão de tarefas entre os membros do grupo e (v) solicitação da ajuda do professor. Entretanto, essas estratégias nem sempre foram freqüentes em todas as atividades, mas algumas foram utilizadas pelo grupo em mais de uma aula. Outras, usadas apenas uma vez são aqui relatadas pelo potencial pedagógico que julgamos que elas possam ter se exploradas de forma consciente. Ao identificarmos tais estratégias, fizemos uma análise do roteiro com intuito de identificar se elas, de alguma forma, foram uma solicitação explícita do roteiro ou do professor, ou se os alunos a desenvolveram de forma autônoma.

A estratégia de fazer uma leitura inicial do roteiro antes de desenvolver a atividade foi identificada em todas as aulas. Essa estratégia foi uma orientação que o professor forneceu no início de cada aula, para que os alunos pudessem identificar e registrar, em uma folha distribuída a parte, os objetivos das atividades. A fita de vídeo nos permitiu observar que todos os alunos do grupo faziam essa leitura silenciosa do roteiro antes de cumprir as tarefas solicitadas. Essa estratégia de leitura é importante, pois permite ao aluno construir uma visão geral antecipada da atividade e, consideramos interessante que ela seja estimulada entre os estudantes.

A estratégia de fazer simulação de parte da atividade antes de começá-la, não foi indicada explicitamente nos roteiros e nem foi uma orientação dada pelo professor. Aqui, simulação está sendo usada num sentido mais restrito, como se fosse a realização de um ensaio da performance a ser executada durante a realização da tarefa. Ela surgiu dentro do grupo, como uma forma de entender melhor o que o roteiro estava propondo. Tal estratégia foi percebida na atividade 1 e 2, através das falas dos alunos e das imagens da fita de vídeo. Destacamos abaixo, um trecho de fala da atividade 1, que nos induziu a identificar tal estratégia.

Aluno 2: A atividade vai ser assim. Segura aqui. Eu aperto sua mão, na hora em que eu apertar sua mão você aperta a mão dele, ai ele aperta a mão dele e assim até chegar novamente em mim, ai eu paro o cronômetro.

Aluno 1: É, então vamos ficar treinando, assim.

Antes desse trecho de fala, o grupo estava tentando identificar os objetivos da primeira parte da atividade, mas os alunos não demonstravam estar entendendo com clareza como seria realizada essa atividade. Desta forma, na seqüência da fala do aluno 1, o aluno dois começou a simular a atividade, a fim de mostrar aos colegas como ele antevia a atividade. Essa simulação durou, aproximadamente dois minutos, até o professor chegar à mesa deles e perguntar se eles já haviam terminado de ler o roteiro e identificar os objetivos da atividade. A utilização dessa estratégia, pode ter influenciado o grupo a identificar o objetivo “fazer medidas do tempo de reação das pessoas”, que foi o objetivo mais identificado pelos grupos na atividade 1.

A estratégia de utilizar o conhecimento prévio para prever resultado que possivelmente seria encontrado, foi uma orientação explícita dos roteiros das atividades 1, 2, e 4. Entretanto, mesmo em atividades que não tinham essa orientação, os alunos utilizaram tal estratégia. Nas atividades, 2, 3, 4 e 5, percebemos que os alunos utilizaram o conhecimento prévio deles para antecipar o resultado que eles iriam encontrar. E quando eles obtinham um resultado que não estava de acordo com as suas expectativas, em geral, eles apresentavam resistência em aceitar esses resultados. O padrão de comportamento do grupo era gastar muita energia e esforço em tentar obter os resultados esperados e, quando não conseguiam os resultados esperados, buscavam a ajuda do professor.

Para exemplificar essa estratégia, escolhemos um trecho de fala dos alunos no momento em que eles estavam tentando desenvolver a tarefa solicitada no roteiro da atividade 5. Para o desenvolvimento dessa tarefa o roteiro apresentou três montagens. Em cada uma delas um corpo se encontra em situação de equilíbrio sob a ação de três forças. O roteiro



solicitava aos alunos que determinassem os módulos das três forças e medissem o ângulo entre elas.

No começo do desenvolvimento desta tarefa, apenas as alunas 3 e 4 estavam se envolvendo e participando da atividade. Eles ficaram concentrados durante um longo tempo, e depois se dispersaram um pouco com uma distração da aluna 3, mas logo em seguida retomaram a concentração. As duas alunas continuaram cumprindo as tarefas do roteiro até que a aluna três chamou a atenção dos colegas demonstrando sua insatisfação com o grupo. Ela praticamente puxou o grupo durante toda a atividade. Depois que a aluna 3 disse que estava querendo mudar de grupo, o aluno 1 começou a participar da atividade. Nesse momento a aluna 3 constata um resultado que contraria a expectativa dela.

- E17.1 . Aluno 3: Nunca, que isso aqui tem que ser igual a 2,2. Não é? Só que olha só? Deu isso aqui!  
 E17.2 . Aluno 4: dá 2...  
 E17.3 . Aluno 3: Ah, não! Tem que ficar 0,75, porque aqui é 0,75. Tem a...essa nossa medida aqui, eu acho que tá errada. Eu acho que essa nossa medida aqui tá errada.  
 E17.4 . Aluno 4: põe lá de novo.  
 E17.5 . Aluno 3: como que você sabe? Olha, vamos...vamos tentar de novo?(... ) quanto?  
 E17.6 . Aluno 4: agora é 6 e meio.  
 E17.7 . Aluno 3: então espera aí, espera aí. Deixa eu tentar.  
 E17.8 . Aluno 1: o ângulo...o ângulo não é 90 que tá aqui?

Na seqüência deste episódio, o grupo faz novas medidas para obter o resultado igual à expectativa que a aluna 3 apresentou. E essa aluna continua resistindo em aceitar um resultado que seja diferente de sua expectativa.

- E16.1 . Aluno 3: nesse aqui, 0,75 é um né Nádia?  
 E16.2 . Aluno 4: também.  
 E16.3 . Aluno 3: mas esse aqui tá muito longe de 0,75, por isso que tá dando tanto.  
 E16.4 . Aluno 1: vô colocar 1. Vai colocar 1 Newton? Aqui?  
 E16.5 . Aluno 4: não! 1,5.  
 E16.6 . Aluno 3: não! Mas o 0,75 Newton, tem o 0,75 Newton, onde é que ele era?  
 E16.7 . Aluno 1: era aqui, ó, aí a gente mudou.  
 E16.8 . Aluno 3: a gente tem que lembrar que isso aqui já tá descalibrado. ( ... ) tem mais uma experiência, em? ( ... )  
 E16.9 . Aluno 4: aqui é 90, não?

E16.10 . Aluno 1: A medida tá mais para cima. Peraí. Agora deu, não deu?

E16.11 . Aluno 4: não! Deu uma diferença de 1 grau aqui.

E16.12 . Aluno 1: deu agora?

E16.13 . Aluno 3: agora tem 16. Beleza! Então dá 0,75 mesmo. Ótimo.

Quando o resultado da medida corresponde às expectativas da aluna 3, ela demonstra satisfação. E passa para a tarefa seguinte. E essa mesma situação volta a acontecer. O grupo vai medir o ângulo da montagem que eles acabaram de calcular o módulo das forças. Desta vez, a aluna três tem a expectativa de encontrar um ângulo de  $90^\circ$ , e o grupo não está conseguindo, só que desta vez eles solicitam a ajuda do professor.

E18.1 . Aluno 3: é! ... não dá! Vamos chamar o professor. Ô professor, vem cá rapaz. Vem cá mocinho! Isso aqui não fica perfeito sabe? E a roldana ainda não ajuda, ela puxa o nosso, um pouco prá baixo. Olha lá! nunca que tem um ângulo...agudo Natália. Vai longe esses dois ângulos aqui, olha. Ali!... a gente tá tentando fazer esse ângulo aqui, na reta: então ó, nivelado com a reta, aí esse ângulo aqui vai ficar  $90^\circ$ .

E18.2 . Aluno 1: como é que a gente acha?

E18.3 . Aluno 3: aqui na...escala de graus.

E18.4 . Aluno 4: aí eu ponho, aqui dá prá mim arredar um pouquinho prá cá. Ah! vamo fazer no rascunho.

E18.5 . Aluno 3: Isso aqui, encostando aqui em baixo é que não tá rolando, sabe?

E18.6 . Aluno 4: põe um... ( ... ) não! Por que tem que ser com esses que tão aqui, entendeu? ( ... )

E18.7 . Aluno 3: não rolou o primeiro.

E18.8 . Aluno 4: calma, calma!

E18.9 . Aluno 3: vamos esperar o professor. Ele tava ali.

E18.10 . Aluno 4: foi embora, acabou de ir embora. ( ... )

E18.11 . Aluno 3: Ah! eu tô com medo!

E18.12 . Aluno 4: de quê?

E18.13 . Aluno 3: Ah? ( ... ) não quer dar  $90^\circ$ .

E18.14 . Professor: O quê?

E18.15 . Aluno 4: não quer dar  $90^\circ$ . ( ... )

E18.16 . Aluno 1: Professor, como é que tem que ficar?

E18.17 . Professor: O que é mesmo, que vocês fizeram? Quais foram as medidas que vocês fizeram? Bota lá na roldana.

E18.18 . Aluno 4: não tá ficando.

E18.19 . Professor: quanto que deu? O que aconteceu? Vê, gente! Então aí dá...vai dar uma vírgula. Tem que diminuir aí uma casa aí. Vamo trocar. Ó! Aqui, vai ser assim, olha.

E18.20 . Aluno 3: não dá  $90^\circ$  ainda não.

E18.21 . Professor: Ah! é prá ficar  $90^\circ$  que vocês querem?

E18.22 . Aluno 3: é!

E18.23 . Professor:  $90^\circ$ ? Não dá não. Dá? Onde é que vocês viram essa...essa informação.

E18.24 . Aluno 3: Não!

- E18.25 . Professor: Aí é para vocês medirem qualquer ângulo.
- E18.26 . Aluno 1: Não é 90 não, viu?
- E18.27 . Professor: Aqui então é o seguinte: como é que você vai medir? Você tem uma força vertical para baixo que vale 10...10...100 gramas cada uma plaquinha dessa. 110...110 gramas força. Porque uma unidade vale...110 gramas força; e lá também vai ser grama força. Agora você vai medir o grau aqui. Aqui, olha, 50...

A aluna 3 tinha a expectativa de encontrar o valor do ângulo igual a  $90^\circ$ . Talvez devido aos exercícios do livro que geralmente apresentam problemas que envolvem ângulos de  $90^\circ$ . Antes de o professor chegar à mesa do grupo, a aluna demonstrou frustração por não encontrar o resultado esperado. A aluna 3 chega a mencionar seu “medo” de que o resultado não dê  $90^\circ$ . O professor ao chegar no grupo, imediatamente anuncia que a expectativa dos alunos estava errada, questionando: “*Onde é que vocês viram essa...essa informação?*”. A aluna 3 reage espantada com isso e o grupo pareceu se conformar com essa afirmação, pois não gerou nenhum questionamento sobre a fala do professor. Após essa intervenção o grupo prosseguiu com as medidas, demonstrando aceitar os valores encontrados.

A estratégia dos alunos de dividir tarefas entre os membros do grupo durante a atividade, não foi uma orientação explícita que eles receberam. Mas foi uma orientação implícita do professor, pois todos os grupos tinham que entregar um relatório de cada atividade na aula seguinte. Desta forma, em cada aula, um aluno diferente ficava responsável por fazer o relatório. Entretanto, essa estratégia não foi identificada somente na hora da escolha de qual membro do grupo iria escrever o relatório. Ela foi percebida também, em outros momentos no decorrer da atividade. Na atividade 2 houve uma negociação explícita dentro do grupo para a coleta de dados durante o desenvolvimento da atividade. Eles fizeram uma divisão de tarefas para coletar os dados e para cumprir as orientações do roteiro.

A análise dos episódios que destacamos nos deu indícios de que houve, em cada um deles, certas aprendizagens, que podemos relacionar de forma mais imediata a objetivos

específicos, tais como: trabalhar com Algarismos significativos, fazer medidas indiretas, ler corretamente do cronômetro, construir gráficos, mas que também contribuem para a tessitura da rede de relações entre conhecimentos factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais que realizarão, em longo prazo, aqueles propósitos pedagógicos mais amplos, que se constituem nos verdadeiros fins da educação em ciências através de atividades práticas, como, por exemplo, aprender a utilizar instrumentos de medidas e aprender a fazer medidas, e que de uma forma ou de outra foram referidos pelo coordenador da série em sua entrevista.

Assim, podemos afirmar, que o fato do aluno ter consciência de todos os objetivos pedagógicos de uma atividade parece não ser o único ou o principal aspecto que contribui para a aprendizagem e para a concretização desses objetivos. A explicitação dos objetivos, por parte do professor, não precisa ocorrer no começo da atividade, e, talvez, nem precise ocorrer como momento formal e estanque. Na relação entre o professor e os alunos, o processo de aprendizagem envolve saberes que permanecem implícitos. O aluno tem que estar motivado, achar a atividade interessante, e se engajar na atividade. Se isso ocorrer, ele vai aprender “coisas interessantes”. O fato de o aluno ter clareza de todos os objetivos da atividade, não garante que ele irá aprender mais, assim como a falta de clareza em relação a todos os objetivos parece não o impedir de alcançá-los.

---

**CAPÍTULO 7**  
**CONSIDERAÇÕES FINAIS**

---

A nossa intenção com este trabalho foi investigar se a compreensão dos objetivos de atividades de laboratório interfere na sua realização pelos alunos e no papel que elas desempenham no ensino de Ciências. Para fazer essa investigação, monitoramos durante um semestre as aulas de laboratório de duas turmas de primeiro ano e entrevistamos o coordenador de série que propôs as atividades, o professor da turma e outros professores de Física.

A partir da entrevista com o coordenador e da análise dos roteiros pudemos inferir que as atividades desenvolvidas pelos alunos possuíam objetivos explícitos, objetivos quase explícitos e objetivos implícitos. Percebemos também, que as atividades possuem objetivos de aprendizagem que se realizam de forma mais imediata, talvez no decurso da própria atividade, mas que, ao mesmo tempo, estão articuladas com objetivos mais amplos, que não serão realizados apenas com uma determinada atividade ou mesmo que nunca se realizarão completamente. Nós classificamos os propósitos declarados pelo coordenador, juntamente com os objetivos identificados pelos estudantes, em: objetivos conceituais, procedimentais e atitudinais; imediatos ou amplos; implícitos, explícitos ou quase explícitos e ainda com ênfase “prática” ou “teórica” tendo o cuidado de não estabelecer uma dicotomia entre esses dois últimos conceitos.

A nossa análise nos mostrou que os objetivos implícitos são menos identificados pelos alunos do que os objetivos explícitos ou quase explícitos. Parece não haver uma diferença percentual significativa entre a identificação de objetivos explícitos e os quase explícitos. Assim, podemos afirmar que os estudantes conseguem identificar os objetivos das atividades experimentais, mesmo quando eles não são textualmente enunciados nos roteiros, pois eles fazem inferências a partir de pistas textuais, procedimentais ou até mesmo, pistas difusas, fornecidas pelo professor ao realizar as atividades ou falar sobre elas.

Ao fazermos o estudo de caso da atividade *Medida do tempo de reação*, nós constatamos que o roteiro dessa atividade, ao mesmo tempo em que não favoreceu a identificação dos objetivos e propósitos educacionais, por professores menos experientes e alunos, permitiu aos professores mais experientes, a identificação dos objetivos e propósitos como foi programada para o curso. Entretanto, mesmo professores com mais experiência docente, e com prática em utilizar atividades de laboratório, não conseguiram perceber com clareza todos os objetivos da atividade, apesar de identificarem mais objetivos que os professores menos experientes. Da mesma forma, os diferentes grupos de alunos, mesmo atribuindo pelo menos um objetivo à atividade, também, não conseguiram identificar claramente os propósitos pedagógicos do coordenador.

Ao considerarmos o conjunto de objetivos identificados pelos estudantes na seqüência como um todo, percebemos que os estudantes identificam tanto objetivos conceituais quanto procedimentais. Pudemos perceber que a diferença entre as percentagens desses dois tipos de objetivos não foi significativa do ponto de vista estatístico. Por isso, atribuímos essa diferença a um mero acaso e não a uma maior facilidade dos estudantes para identificar objetivos conceituais.

Por outro lado, ao consideramos os objetivos identificados segundo seu desdobramento ao longo do tempo, notamos que os estudantes identificam mais facilmente os objetivos imediatos em detrimento dos objetivos mais amplos que só se realizam de forma mais global, após uma seqüência de atividades ao longo de vários anos utilizando-se atividades experimentais. Os professores menos experientes conseguem identificar, apenas pela leitura do roteiro, objetivos para cada atividade experimental que são formas específicas de objetivos mais amplos.

Se esses objetivos foram apreendidos pelos professores menos experientes apenas da leitura do roteiro, eles são expressões de propósitos pedagógicos expressos nos roteiros, então

isso nos fornece evidências que suportam a crença dos autores de materiais didáticos de que eles conseguem, pela seleção de conteúdo e pela sua forma de expressão nos materiais que elaboram, transmitir aos professores que futuramente utilizarão seus materiais os seus propósitos pedagógicos.

Observando a natureza e a frequência de identificação dos objetivos entre professores com pouca experiência e entre os estudantes, podemos dizer que os roteiros das atividades que observamos, enquanto interfaces para os propósitos dos autores ou do planejador do curso, aparentemente funcionam de modo similar entre os dois grupos. Os roteiros são igualmente bons ou ruins para professores com pouca experiência e estudantes do ensino médio.

Em todas as atividades, o propósito mais fortemente ligado à aprendizagem dos conteúdos conceituais e procedimentais de natureza teórica, foi transmitido facilmente para os estudantes. Os que formam um núcleo rígido de propósitos associados tradicionalmente às aprendizagens possíveis em ambientes de laboratório não foram bem apreendidos pelos estudantes.

Porém, o fato dos alunos não compreenderem claramente os propósitos das atividades, não os impediram de desenvolvê-las. Ao nosso ponto de vista, o fato dos alunos desenvolverem uma atividade sem ter qualquer informação acerca de seus propósitos deixa a experiência educacional sem um fechamento adequado, sem um sentido de ser uma atividade completa, inteira. Talvez isso possa ser uns dos motivos que levam os estudantes a perceberem a aprendizagem de ciências como uma seqüência de eventos isolados, desinteressantes em sua maior parte, e pouco relevante em sua vida prática.

Contudo, a análise dos episódios que destacamos no capítulo VI nos deu indícios de que houve, certas aprendizagens, que podemos relacionar de forma mais imediata a objetivos específicos. Ao mesmo tempo, essas aprendizagens, também contribuem para a tessitura da rede de relações entre conhecimentos factuais, conceituais, procedimentais e atitudinais que



realização, em longo prazo, aqueles propósitos pedagógicos mais amplos, que se constituem nos verdadeiros fins da educação em ciências através de atividades práticas, e que de uma forma ou de outra foram referidos pelo coordenador da série em sua entrevista.

Assim, podemos afirmar, que o fato do aluno ter consciência de todos os objetivos pedagógicos de uma atividade parece não ser o único ou o principal aspecto que contribui para a aprendizagem e para a concretização desses objetivos. A explicitação dos objetivos, por parte do professor, não precisa ocorrer no começo da atividade, e, talvez, nem precise ocorrer como momento formal e estanque. Na relação entre o professor e os alunos, o processo de aprendizagem envolve saberes que permanecem implícitos. O aluno tem que estar motivado, achar a atividade interessante, e se engajar na atividade. Se isso ocorrer, ele vai aprender “coisas interessantes”. O fato de o aluno ter clareza de todos os objetivos da atividade, não garante que ele irá aprender mais, assim como a falta de clareza em relação a todos os objetivos parece não o impedir de alcançá-los.

Entretanto, ao planejarmos as atividades experimentais, não devemos pensar em uma atividade de forma tópica, a curto prazo, pois o que constatamos, é que essa organização não possibilita a concretização dos propósitos pedagógicos de forma consistente. O fato de muitos propósitos serem alcançados a médio e longo prazo implica em pensar num projeto de utilização de atividades experimentais na educação em ciência. Nesse projeto é necessário definir de modo mais claro a relação entre aulas teóricas e aulas de laboratório, bem como entre propósitos pedagógicos e objetivos das atividades, com objetivos e metas curriculares mais amplas.

Ao escrevermos uma atividade experimental, precisamos levar em consideração as características dos roteiros das atividades experimentais procurando desenhá-lo de forma mais clara. Acreditamos mais na potencialidade dos roteiros que apresentam textos mais

articulados, que são descritivos, explicativos e problematizadores, do que naquele que apresentam textos fragmentados e com pouca coesão.

O professor, ao elaborar um roteiro de uma atividade, muitas vezes acredita estar explicitando todas as etapas do experimento a ser realizado. Entretanto, temos que levar em consideração que para um mesmo experimento existirão várias experiências a serem vivenciadas pelos alunos. Cada aluno, se envolverá com o experimento de uma forma diferente. As experiências trazidas por ele, de sua vida cotidiana, com certeza irão interferir no significado que esse aluno pode atribuir à atividade, nas suas expectativas e nas hipóteses que eles irão levantar durante o desenvolvimento dos experimentos, mesmo que não seja de forma consciente. A forma como os alunos vêem os experimentos interfere na contribuição que essas atividades podem trazer para o desenvolvimento do “conteúdo” em sala de aula. Por isso, torna-se praticamente impossível, para o professor planejar e controlar toda a experiência vivenciada pelos alunos.

O professor, ao propor uma atividade para ser desenvolvida junto aos seus alunos, deve levar em consideração a presença dos conhecimentos prévios trazidos pelos estudantes, bem como suas determinações nas interpretações da atividade proposta.

As possibilidades de utilização do laboratório são muito ricas. Entretanto, as diversas formas de utilização do laboratório não passarão de cópias, caso alguns aspectos de nossa cultura pedagógica não sejam alterados. Um dos aspectos que limita a contribuição fundamental do ensino experimental para a prática pedagógica de ciências decorre da falta de clareza de muitos professores sobre a natureza da ciência e de como os alunos aprendem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AAAS – American Association for the Advancement of Science – Science for all Americans. New York: Oxford University Press - 1990;
- ARAUJO & ABIB, (2001)- Experimentação no ensino médio: novas possibilidades e tendências. in Atas do III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, realizado de 7 a 10 de novembro de 2001, em Atibaia, SP,
- BARBERÁ, O & VALDÉS, P. - El trabajo práctico en la enseñanza de las Ciencias: una revisión. Enseñanza de las Ciencias, 1996, 14(3), 365-379.
- BOLTON, W. - *Patterns in Physics*: Editora MacGraw- Hill Book Company (UK) Limited, 1974;
- BORGES, A. T. - O papel do laboratório no ensino de Ciências. Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Águas de Lindóia, SP. 1997, 27-29, p.2-11.
- CAMPBELL, B. LAZONBY, J. MILLAR, R., NICOLSON, P. RAMSDENS, J., WADDINGTON, D. Science: The Salters' Approach. A case study of the process of large scale curriculum development. - Science Education, 1993.
- CHALMER A.F. - O que é ciências afinal? editora brasiliense, 1993.
- COLL, CÉSAR; POZO, JUAN IGNÁCIO; SARABIA, BERNABÉ E VALLS, ENRIC. Os Conteúdos na reforma: Ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998, 182p.
- DA LUZ, ANTÔNIO MÁXIMO RIBEIRO E ALVARENGA, BEATRIZ GONÇALVES DE. Física. Belo Horizonte: Bernardo Álvares S.A., 1978. 214p. (Vol I. 10<sup>a</sup>. Ed.)
- DA LUZ, ANTÔNIO MÁXIMO RIBEIRO E ALVARENGA, BEATRIZ GONÇALVES DE. Curso de Física. São Paulo: Editora Scipione, 1997. 391p. (Vol I. 4<sup>a</sup>. Ed.)
- DA LUZ, ANTÔNIO MÁXIMO RIBEIRO E ALVARENGA, BEATRIZ GONÇALVES DE. Curso de Física. São Paulo: Editora Scipione, 2000. 391p. (Vol I. 5<sup>a</sup>. Ed.)
- FILOCRE, J.; GOMES, A. E.Q. & BORGES, O.- Modelos de Capacitação de Professores implementados pelo CECIMIG/UFMG. In: Atas do V Encontro de Pesquisa em Ensino de Física realizado e, Águas de Lindóia, SP, 02 a 05 de Setembro de 1996.

- FONSECA, M. A. – O que pensam os professores sobre os propósitos do ensino de ciências. Dissertação de mestrado, Belo Horizonte 2002.
- FONSECA, M. A. & BORGES, O. 2001. - Como os professores concebem o ensino de ciências ideal in Atas do III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, realizado de 7 a 10 de novembro de 2001, em Atibaia, SP,
- GOMES, A. E. Q. - Aquisição automática de dados nos laboratórios de ensino de Ciências. In Atas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, realizado de Águas de Lindóia, S.P. Novembro de 1997.
- GOTT, R. & DUGGAN, S. – Investigative Work in the Science Curriculum. Série: Developing Science and technology education. Open University Press, 1995.
- GRAF: GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. São Paulo: Edusp, 1991.
- HART, C; MULHALL, P; BERRY, A; LOUGHRAN, J & GUNSTONE, R. What is the purpose of this experimente? Or can students learn somenthing from doing experiments? Journal of Resesrch in science teaching, 2000, 37(7) pp. 655-675.
- HODSON, D.– Pratical work in school science: exploring some directions for change. International Journal Science Education, 1996, vol. 18(7) pp 755-760.
- HODSON, D.– Toward a Philosophically more Valid Science Curriculum – In: Science Education, 1988, 72 (1);
- HODSON, D.–Experimentos em Ciência e no Ensino de Ciências. Belo Horizonte: CECIMIG. (Publicação para circulação interna). Traduzido por Johanna A. E. De Knegt López de Prado de HODSON, D. – Experiments in science and science teaching. Educational Philosophy and Theory, 1988 ,20(2), 53-66.
- KRASILCHIK, MYRIAN. O professor e o currículo das ciências. São Paulo, EPU/UDUSP, 1987.
- LAZAROWITZ, R.; TAMIR, P. - Research on using laboratory instrucion in science. In Gabel, D. L. (ed.) Handbook of Research on Science Teaching and Learning. New York: Macmillan, 1994, 94-128.
- MARTIN, S – Na Investigation Documenting Secondary Science Teacher Beliefs about Laboratory Experiences – NARST Annual Meeting in Boston, Massachusetts, 1999.
- MÁXIMO & ALVARENGA - Curso de Física, Volume 1– 5ª Edição, Editora Scipione,.2000.

- MEC/SEF - PCN's de Ciências naturais para a 5ª a 8ª séries, Brasília, Brasil, 1998;
- MEC/SEF - PCN's para o Ensino Médio, Brasília, Brasil, 1999;
- MILLAR, R & OSBORNE, J (Ed) – Beyond 2000 – Science education for the future. Report of a seminar series funded by Nuffield Foundation. King's College London, 1998.
- MILLAR, R – A means to an end: the role of processes in science education. In Brian Woolnough (ed), Practical Science. Milton Keynes: Open University, 1991
- MOREIRA, M. A. – A non-traditional approach to the evaluation of laboratory instruction in general physics. European Journal in Science Education, 1980.
- MOREIRA, A. F. – Um estudo sobre o caráter complexo das inovações educacionais. Dissertação de mestrado, Belo Horizonte, 1998.
- OLIVEIRA, J.; PANZERA, A.C.; GOMES, A.E.Q. & TAVARES, L. – Medição de tempo de reação como fator de motivação e de aprendizagem significativa no laboratório de Física - Caderno Catarinense de Física, 1998, Vol. 15(3), 301-307.
- OSBORNE, J. – Untying the Gordian knot: diminishing the role of practical work. Rethinking post – 16 Physics.
- POZO, JUAN IGNÁCIO. A aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos. In: COLL, CÉSAR; POZO, JUAN IGNÁCIO; SARABIA, BERNABÉ E VALLS, ENRIC. Os Conteúdos na reforma: Ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998, Cap. 1, pp 17-71
- SARAIVA, J. A. F. – Piaget e o Ensino de Ciências: Elementos para uma Pedagogia Construtivista. Tese de Doutorado - Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 1991.
- SEE/MG - Proposta Curricular de Ciências para o Ensino Fundamental em Minas Gerais, 1998.
- SEE/MG – Proposta Curricular de Física para o Ensino Médio em Minas Gerais, 1998.
- SEEMG/UFMG/CECIMIG– Atividades de Ciências, 1992, Vol. 1
- SEDU/ES – Projeto-Piloto de Inovação Curricular e Capacitação de Educadores do Ensino Médio do Espírito Santo – Física; Fascículo 4; Livro do Estudante, 2000.
- SIMON, H. A. – The science of the artificial. 3<sup>rd</sup> ed. Cambridge, MA; London: MIT Press, 1999 (1<sup>st</sup> ed. 1969) 231 p.

SCHÖN, D. A. Educating the reflective practitioner: Toward a new design for teaching and learning in the professions. San Francisco: Jossey-Bass, 1987.

TAMIR, P. - O trabalho prático na ciência da escola: uma análise da prática atual. Belo Horizonte: CECIMIG. (Publicação para circulação interna). Traduzido por Anderson F. F. Higino de TAMIR, PINCHAS . Pratical Work in school: na analysis of current pratic, in WOOLBOUGH, BRIAN (ED), Pratical Science. Milton Keynes: Open University Press, 1990.

**ANEXO** – Atividade: Medida do Tempo de Reação