



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

R. Bertrand Russel, 801 Cidade Universitária "Zeferino Vaz"

cep: 13083-970 - Campinas - São Paulo - Brasil

Fone:++55 19 7885552 (PABX) - Fax:++55 19 7885576

Tese de doutorado

O ensino de Física no contexto da deficiência visual: elaboração e condução de atividades de ensino de Física para alunos cegos e com baixa visão.

**Autor:** Eder Pires de Camargo

**Orientador:** Prof. Dr. Dirceu da Silva

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por Eder Pires de Camargo e aprovada pela Comissão Julgadora.

Data:20/Jan/2005

Assinatura: \_\_\_\_\_

Orientador

COMISSÃO JULGADORA:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Ficha catalográfica elaborada pela biblioteca  
da Faculdade de Educação/UNICAMP**

C14e	<p>Camargo, Eder Pires de</p> <p>O ensino de Física no contexto da deficiência visual : elaboração e condução de atividades de ensino de Física para aluno cegos e com baixa visão / Eder Pires de Camargo. -- Campinas, SP: [s.n.], 2005.</p> <p>Orientador : Dirceu da Silva.</p> <p>Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação.</p> <p>1. Inclusão. 2. Cegueira. 3. Visão subnormal. 4. Ciências. 5. Aceleração da aprendizagem. I. Silva, Dirceu da. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação. III. Título.</p> <p>05-57-BFE</p>
------	---

**Keywords:** Inclusion; Blind; Reduction vision; Science; Acceleration

**Área de concentração:** Educação, Ciência e Tecnologia

**Titulação:** Doutor em Educação

**Banca examinadora :**

**Data da defesa:** 20/01/2005

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Professor Doutor Dirceu da Silva.  
Aos meus pais, Elio Pires de Camargo e Elisabete Maria Toniões de Camargo.  
Aos meus irmãos, Elio Pires de Camargo Júnior e Erica Pires de Camargo.  
À minha namorada Lucimara Aparecida dos Reis.  
Às minhas avós Maria José Vieira Camargo e Maria Aparecida Mineto Toniões.  
Aos meus avôs José Toniões Filho e Enoch Pires de Camargo (In Memoriam).  
Aos meus tios, Saulo Pires de Camargo e José Carlos Morelli, e a todos os outros familiares.  
À família Carlos, Sandra, e Aline Moraes.  
Aos amigos, Cristiano, Kiko, Marcelo, Adriano, Paulo, Reinaldo, Estéfano, Fernanda, Silvia e Sandra.  
Ao amigo Professor Doutor Jomar Barros Filho.  
À direção e aos alunos do Lar Escola Santa Luzia para cegos.  
À FAPESP por apoiar financeiramente o presente trabalho.  
Sinto-me privilegiado por estar cercado de pessoas que me respeitam e que representam para mim a verdadeira riqueza da vida.



## SUMÁRIO

Problema central da pesquisa .....	1
Introdução .....	5
Capítulo 1: Conhecendo a pessoa com deficiência visual .....	9
1.1 – Desmistificando a deficiência visual: Primeiro passo para ações educativas de física .....	11
1.1.1 – Análises preliminares .....	11
1.1.2 – Hino Entoado aos olhos .....	11
1.1.3 – Visão psico-social da deficiência visual: Análise de mitos históricos e atuais da deficiência visual .....	12
1.1.4 – Cegos não sentem sua cegueira: o mito da escuridão .....	15
1.1.5 – Etimologia da palavra “ver” .....	16
1.1.6 – A compreensão filosófica do “ver” .....	17
1.1.7 – Conhecer sem ver: discussões acerca de uma nova abordagem .....	18
1.2 – Distinção semântica entre os conceitos de deficiência, incapacidade e desvantagem .....	25
Capítulo 2: O ensino de ciências: Evolução de um novo campo de investigação .....	29
2.1 – Interpretando a educação científica à luz do construtivismo .....	31
2.2 – Conhecimentos prévios: Um novo paradigma educacional .....	35
2.3 – O modelo de mudança conceitual: Definições e análises .....	39
2.4 – Da perspectiva de mudança conceitual para a de reestruturação ou crescimento conceitual .....	41
2.5 – Extremos resultantes da superação do modelo de mudança conceitual .....	43
Capítulo 3: A elaboração das atividades e dos materiais de apoio .....	47
3.1 – A estrutura do curso: conceito de aceleração .....	49
3.2 – Modelo pedagógico para a elaboração e condução das atividades, bem como, para a avaliação dos alunos .....	51
3.2.1 – Componentes práticos e elementos de estrutura .....	51
3.2.2 – Avaliação, análise crítica e posicionamento .....	52
3.3 – Etapas constitutivas das atividades .....	57
3.4 – A produção de um CD: Material de apoio auditivo .....	59
3.5 – Materiais e atividades de ensino de física para alunos com deficiência visual .....	61
3.5.1 – Atividade (1): Vivência do atrito: Parte a: Observação e contextualização do fenômeno .....	61
3.5.2 – Atividade (2): Vivência do atrito: parte b: O atrito e o conceito de desaceleração .....	63
3.5.3 – Atividade (3): O estudo qualitativo da aceleração por meio de um plano inclinado .....	66
3.5.4 – Atividade (4): Queda dos objetos .....	70
3.5.5 – Atividade (5): Problemas abertos: Posição de encontro .....	72
Capítulo 4: Metodologia, critério para análise dos dados e os sujeitos da pesquisa .....	75
4.1 – Metodologia da pesquisa: pesquisa qualitativa orientada por um caráter quase-experimental .....	77
4.2 – Categorias de análise .....	81
4.2.1 – A análise de conteúdo: Definição e critérios para a realização de uma análise categorial .....	81
4.2.2 – A análise temática .....	82
4.2.3 – Definição das categorias para a análise das atividades aplicadas .....	83
4.3 – Os sujeitos participantes das atividades .....	89
Capítulo 5: Análise das atividades aplicadas .....	93
5.1 – Análise da atividade 1 .....	95
5.1.1 – Primeira parte da atividade (1): Momento de interação com o fenômeno estudado .....	95
5.1.2 – Segunda parte da atividade (1): Momento de propostas e de discussão de eventos cotidianos .....	99
5.1.3 – Terceira parte da atividade (1): Momento de apresentação de modelos, sínteses e conclusões .....	111

5.1.4 – A atividade (1) enquanto ambiente de aprendizagem .....	112
5.2 – Análise da atividade 2 .....	117
5.2.1 – Primeira parte da atividade (2): Momento de experimentação .....	117
5.2.2 – Segunda parte da atividade (2): Momento de discussão de problemas .....	125
5.2.3 – Terceira parte da atividade (2): Momento de exposição de modelos .....	138
5.2.4 – Quarta parte da atividade (2): Momento de avaliação .....	143
5.2.5 – A atividade (2) enquanto ambiente de aprendizagem .....	146
5.3 – Análise da atividade (3) .....	151
5.3.1 – Primeira parte da atividade (3): Momento de experimentação .....	151
5.3.2 – Segunda parte da atividade (3): Momento de discussão de problemas .....	156
5.3.3 – Terceira parte da atividade (3): Momento de exposição de modelos .....	168
5.3.4 – Quarta parte da atividade (3): Momento de avaliação .....	175
5.3.5 – A atividade (3) enquanto ambiente de aprendizagem .....	179
5.4 – Análise da atividade (4) .....	185
5.4.1 – Primeira parte da atividade (4): Momento de conhecimento do artefato (4.1) de observação e de tomada de dados acerca do fenômeno “queda dos objetos” .....	185
5.4.2 – Segunda parte da atividade (4): Momento de análises qualitativas e quantitativas do fenômeno estudado .....	192
5.4.3 – Terceira parte da atividade (4): Momento de generalizações conclusões e avaliação ....	200
5.4.4 – A atividade (4) enquanto ambiente de aprendizagem .....	203
5.5 – Análise da atividade (5) .....	209
5.5.1 – Primeira parte da atividade (5): Análise do momento de audição da situação problema e dos elementos de observação contidos no momento de busca de soluções ao problema aberto .....	209
5.5.2 – Segunda parte da atividade (5): Momento de busca de soluções ao problema aberto ....	211
5.5.3 – A atividade (5) enquanto ambiente de aprendizagem .....	225
5.6 - Avaliação da aprendizagem dos alunos .....	235
5.6.1 – Reflexões acerca do conceito de aprendizagem .....	235
5.6.2 – Realização da avaliação da aprendizagem dos alunos .....	236
Conclusão .....	253
Referências bibliográficas .....	265
Anexo: CD “O Ensino de Física no Contexto da Deficiência Visual” .....	Contra Capa

## LISTA DE QUADROS

Quadro (1.1): Relaciona para a atividade (1) cada grupo com os alunos pertencentes ao mesmo .....	96
Quadro (1.2): Relação entre os alunos e os elementos de observação para a atividade (1) .....	97
Quadro (1.3): Relaciona para a atividade (1) cada hipótese ao número correspondente a cada declaração .....	113
Quadro (1.4): Relação para a atividade (1) entre as hipóteses e as atitudes definidas na categoria compreensão .....	114
Quadro (2.1): Relaciona para a atividade (2) cada grupo com os alunos pertencentes ao mesmo .....	122
Quadro (2.2): Relação para a atividade (2) entre os alunos e os elementos de observação .....	124
Quadro (2.3): Relaciona para a atividade (2) cada hipótese ao número correspondente de declarações .....	147
Quadro (2.4): Relação para a atividade (2) entre as hipóteses e as atitudes definidas na categoria compreensão .....	148
Quadro (3.1): Relaciona para a atividade (3) cada grupo com os alunos pertencentes ao mesmo .....	153
Quadro (3.2): Relação para a atividade (3) entre os alunos e os elementos de observação .....	155
Quadro (3.3): Relaciona para a atividade (3) cada hipótese ao número correspondente de declarações .....	179
Quadro (3.4): Relação para a atividade (3) entre as hipóteses e as atitudes definidas na categoria compreensão .....	180
Quadro (4.1): Relaciona cada grupo com os alunos pertencentes ao mesmo na atividade (4) ..	188
Quadro (4.2): Relação para a atividade (4) entre os alunos e os elementos de observação .....	190
Quadro (4.3): Relaciona para a atividade (4) cada proposição conceitual ao número correspondente de declarações .....	204
Quadro (4.4): Relação para a atividade (4) entre as proposições conceituais e as atitudes definidas na categoria compreensão .....	205
Quadro (5.1): Relação para a atividade (5) entre os alunos e os elementos de observação .....	211
Quadro (5.2): Relaciona cada hipótese ao número correspondente de declarações na atividade (5) .....	226
Quadro (5.3): Relação para a atividade (5) entre as hipóteses identificadas e as atitudes definidas na categoria compreensão .....	227
Quadro (6.1): Relação para o conceito (1) entre as proposições conceituais e as atitudes de compreensão dos alunos .....	239
Quadro (6.2): Relação para o conceito (2) entre as proposições conceituais e as atitudes de compreensão dos alunos .....	240
Quadro (6.3): Relação para o conceito (3) entre as proposições conceituais e as atitudes de compreensão dos alunos .....	241
Quadro (6.4): Relação para o conceito (4) entre as proposições conceituais e as atitudes de compreensão dos alunos .....	242
Quadro (6.5): Relação para o conceito (5) entre as proposições conceituais e as atitudes de compreensão dos alunos .....	244
Quadro (6.6): Relação para o conceito (6) entre as proposições conceituais e as atitudes de compreensão dos alunos .....	245
Quadro (6.7): Quadro avaliativo sintético da qualidade da aprendizagem dos alunos acerca dos seis conceitos principais .....	246





## LISTA DE FOTOS

Foto (1.1): Materiais da atividade (1) .....	96
Foto (1.2): Materiais da atividade (1) .....	96
Foto (2.1): Representação de uma reta normal a uma superfície .....	118
Foto (2.2): Representação de retas paralelas .....	118
Foto (2.3): Blocos de madeira de diferentes massas .....	119
Foto (2.4): Superfície lisa .....	119
Foto (2.5): Superfície áspera .....	120
Foto (2.6): Blocos de diferentes massas sobre as superfícies .....	120
Foto (2.7): Superfície enrugada .....	121
Foto (2.8) Bloco sobre a superfície enrugada .....	121
Foto (2.9): Bloco sobre a superfície .....	122
Foto (3.1): Carrinho com os fios de ligação do lado de fora .....	152
Foto (3.2): Plano inclinado .....	152
Foto (3.3): Carrinho movendo-se sobre o plano inclinado .....	153
Foto (4.1): Tubo de pvc do artefato (4.1) .....	186
Foto (4.2): Disco metálico .....	187
Foto (4.3): Disco metálico preso a fita de papel .....	187
Foto (4.4): Fita de papel com as marcas superiores e as marcas feitas pelo vibrador .....	189



**Resumo:**

No presente trabalho avaliaram-se atividades de ensino de Física para alunos com deficiência visual. Para tal, elaborou-se um conjunto de cinco atividades de ensino do conceito “aceleração”, conjunto este que constituiu-se em um curso aplicado a um grupo de alunos com a referida deficiência. O curso foi estruturado em cinco aulas. A dinâmica das aulas abordou a aceleração e a desaceleração de um objeto, tendo como pano de fundo dois fatores causadores do referido fenômeno, o atrito e a gravidade. A elaboração das atividades apoiou-se em três componentes práticos: Tarefas, Grupos e Debates, e em três elementos de estrutura: Interação com o Objeto de Estudo, Resolução de Problemas e Confronto de Modelos. Em relação à metodologia, o trabalho aqui apresentado caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa orientada por um caráter quase-experimental. Concluiu-se que as atividades foram capazes de proporcionar aos alunos: Condições para a Observação dos Fenômenos Estudados, Condições para a Realização de Análises Qualitativas e Quantitativas e Condições para a Elaboração de Estratégias e Hipóteses para Resolução de Problemas. Dessa forma, a relação entre professor e alunos por meio das atividades, caracterizou-se como um ambiente de aprendizagem, ambiente este que proporcionou aos discentes condições para a aprendizagem dos fenômenos estudados.



**Abstract:**

In this thesis physics teaching activities for blind students were evaluated. For this propose we was delevoped a set of five activities about the subject acceleration and tested on a class of blind students. There were five class meeting. The classes focused the influence of attrition and gravity on the acceleration. The development of activities was based on three components: works, group work and debates, and on three elements: interection, resolution of problems and confronting of models. Methodology of this research is qualitative and quase-experimental designing. It was been concluded the activities could provide for students conditions to: observe the studied phenomenon, do qualitative and quantitative analysis and develop strategy hypothesis to solve problems. Then, the activities were characterized as learning environment, and this environment provided for students condition to learn the phenomenons.

## **PROBLEMA CENTRAL DA PESQUISA**

É compreensível que estudantes com deficiência visual apresentem dificuldades com a sistemática do ensino de Física atual, visto que o mesmo, quase sempre se fundamenta em referenciais funcionais visuais (Masine, 2002). Apesar dos outros sentidos serem de grande importância para a observação e compreensão do mundo físico, (Camargo, et. al. 2001), o sentido visão parece dominar toda e qualquer atividade que se realize no ambiente escolar. Anotações no caderno, textos transcritos na lousa, provas escritas, medições, entre outras, sentenciam o aluno com deficiência visual ao fracasso escolar e à não socialização (Mantoan, 2002).

Na perspectiva do ensino de Física para alunos com deficiência visual, algumas questões amplas poderiam ser apresentadas: Que tipo de atitude pode ser adotada a fim de se adaptar ou mesmo construir uma prática educativa de Física que contemple as necessidades educacionais dos alunos com deficiência visual? Que características devem possuir atividades de ensino de Física, para que alunos com deficiência visual motivem-se em estudar conteúdos relacionados a esse campo do conhecimento? Em quais referenciais de ordem sensorial e educacional as citadas atividades devem ser estruturadas e conduzidas para que alunos com a referida deficiência motivem-se a aprender física?

Evidentemente que as respostas a questionamentos como os colocados encontram-se principalmente no rompimento de hábitos estabelecidos dentro das práticas educativas tradicionais e que se constituíram em modelos de “como se deve dar aula” ou de “como se deve avaliar” (Camargo e Silva, 2003(a)). Nesse sentido, buscando contribuir com a construção de uma prática de ensino de Física que contemple as especificidades sensoriais e educacionais de alunos com deficiência visual, desenvolveu-se um conjunto de atividades de ensino do conceito “aceleração”, cuja estrutura fundamenta-se em observações táteis e auditivas do objeto de estudo, bem como, em interações sociais entre seus participantes.

Assim, o presente trabalho objetiva responder a seguinte questão central: Alunos com deficiência visual que participam das atividades desenvolvidas, aprendem os conteúdos trabalhados? Qual é a qualidade dessa aprendizagem?

Para responder a questão colocada, o conjunto de atividades foi aplicado à um grupo de 9 alunos com deficiência visual de uma escola especial, localizada na cidade de Bauru e denominada “Lar Escola Santa Luzia Para Cegos”. Melhores detalhes acerca da instituição Lar Escola Santa Luzia Para Cegos, bem como, dos alunos que participaram da aplicação das atividades desenvolvidas, serão apresentados posteriormente (capítulo-IV).

## Um desafio

O desafio de ensinar Física a alunos com deficiência visual, surgiu basicamente de três referenciais:

a) A pouca existência de pesquisas, metodologias e materiais dentro do campo do ensino de Física que contemplem as características e atendem as necessidades do aluno com deficiência visual;

b) A vivência como aluno e como professor com deficiência visual;

c) A urgência educacional e social que o referido estudo exige.

Portanto, dentro da quantidade de tópicos (conteúdos) que a Física abrange, havia a necessidade de se optar ou selecionar aqueles a serem trabalhados. Dessa forma, a escolha do assunto “aceleração”, deu-se motivada pela expectativa de uma continuidade ao estudo desenvolvido em Camargo (2000), por sugestões provenientes da orientação, por idéias que esporadicamente (em momentos livres) ou sistematicamente (reuniões) surgiam, e por ser um conteúdo de fundamental importância dentro da Física.

Assim, tornando o problema central da pesquisa específico ao conteúdo trabalhado por meio do curso aplicado, avaliar-se-á se as atividades elaboradas e os materiais desenvolvidos produziram nos alunos deficientes visuais que participaram da aplicação das referidas atividades, o aprendizado dos seguintes conceitos.

(1) A velocidade é a grandeza que relaciona a distância percorrida com o tempo gasto para percorrer tal distância, da seguinte maneira: A velocidade é diretamente proporcional à distância e inversamente proporcional ao intervalo de tempo.

(2) A aceleração é a grandeza que relaciona as variações de velocidade com o intervalo de tempo que ocorreu a referida variação, da seguinte maneira: A aceleração é diretamente proporcional à variação de velocidade e inversamente proporcional ao intervalo de tempo.

(3) Um objeto que se move com velocidade constante possui aceleração nula.

(4) A força de atrito resulta dos encaixes e desencaixes entre as saliências existentes nas superfícies em contato, bem como, do deslizamento entre as referidas superfícies. Sua intensidade depende da intensidade da força normal, do polimento, da natureza dos materiais que constituem as superfícies em contato, e da lubrificação entre as mesmas.

(5) A força de atrito age sempre no sentido contrário ao do movimento, e por este motivo diminui a velocidade de objetos móveis.

(6) A terra por meio de seu campo gravitacional, exerce mesmo à distância, força nos objetos. Dessa forma, a gravidade acelera objetos cadentes, e desacelera objetos ascendentes.

Pelo fato do conteúdo central trabalhado por meio das atividades ser a “aceleração”, entende-se que os conceitos apresentados sintetizam a maioria dos conceitos trabalhados e, portanto, são os mais adequados para referenciar a avaliação da aprendizagem dos alunos.

Dessa forma, tendo por objetivo a fundamentação teórica e a exposição dos resultados da presente tese de doutorado, elaborou-se a seguinte estrutura organizacional para sua apresentação: (a) introdução que aborda a importância do ensino de Física a alunos com deficiência visual; (b) sínteses acerca de mitos que cercam a pessoa com deficiência visual; (c) sínteses acerca de pesquisas sobre o ensino de Ciências, e do ensino de Física para alunos com deficiência visual; (d) modelo educativo que fundamentou a elaboração das atividades aplicadas; (e) conjunto de atividades desenvolvidas; (f) descrição dos materiais que constituem tais atividades; (g) metodologia e as categorias de análise que foram elaboradas para a análise das atividades aplicadas; (h) análise das atividades; (i) conclusão do trabalho realizado; (j) referências bibliográficas. Portanto, seguindo a presente organização, apresenta-se na seqüência o trabalho realizado.





## INTRODUÇÃO

É fato inquestionável, que a prática social atual encontra-se vinculada a um contexto científico-tecnológico, contexto este que exige de seus participantes autonomia no domínio, na produção e na aplicação de novos conhecimentos. No mundo moderno, a Ciência e a Tecnologia ocupam um lugar fundamental no sistema produtivo, e deste modo, torna-se difícil compreendê-lo, bem como, participar dele, sem o entendimento dos aspectos relacionados à Ciência e à Técnica.

Sendo assim, pode-se afirmar que o conhecimento científico incorporou-se à vida social e tornou-se essencial às novas formas de trabalho, bem como para a interpretação e compreensão da cultura contemporânea. Durante as últimas décadas cresceu a convicção da importância do aprendizado das ciências da natureza, tanto na educação geral e/ou profissionalizante de todos os cidadãos quanto na promoção de pesquisadores. Como aponta Claxton (1994), “é fundamental para o desenvolvimento das capacidades de um indivíduo, sua introdução no mundo da Ciência, já que tal introdução pode produzir um sentimento de satisfação pelo controle sobre a seleção e manutenção da tecnologia que utilizam, e porque a Ciência constitui uma parte fundamental da cultura”.

A presente análise quando realizada na perspectiva da participação social de indivíduos com deficiência visual, ganha significativo destaque. Como indica Manacorda, (1986) a população necessita do conhecimento de conteúdos científicos para aproximar-se e compreender a complexidade e globalidade da realidade contemporânea, para adquirir habilidades que lhe permita o desenvolvimento na vida cotidiana e para estabelecer relações com o mundo do trabalho, da produção e do estudo. Neste contexto, indivíduos com deficiência visual, desprovidos de educação científica, encontram-se prejudicados no exercício de sua cidadania, carentes que estão dos direitos inalienáveis que lhes possibilitariam exercer uma ação social, embasados numa leitura crítica da trama em que se encontram inseridos (Sordi, 1995).

Assim, com o objetivo de discutir, mesmo que parcialmente, os motivos pelos quais se deve ensinar Ciências, e em particular Física para pessoas com deficiência visual, a observação de aspectos quantitativos relacionados ao número desses indivíduos pode apontar para uma das direções das respostas possíveis a tal interrogação.

No Brasil, as pessoas com deficiências representam um segmento aproximado de 24.000.000 de cidadãos, de todas as faixas etárias, segundo os dados do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Balerini, 2002). Quase metade desses indivíduos possui problemas visuais, e como indica Sasaki, (1998) o número de cegos no Brasil, gira em torno de 825.000. Em relação ao número de alunos com deficiência visual no Brasil, dados do Censo

Escolar de 1999, indicam que do total de 374.129 alunos matriculados nos diversos níveis da educação, 18.629 (5%) são deficientes visuais, assim distribuídos: 1.404 na pré-escola; 11.924 no ensino fundamental; 876 no ensino médio; 751 em educação de jovens e adultos; e 2.904 em outras alternativas de formação (Atarde: matéria 265, mês 10, 2002).

Observa-se que em termos conceituais, *cegas* são as pessoas que têm somente a percepção da luz ou que não têm nenhuma visão e que precisam aprender por meio do Braille e de meios de comunicação que não estejam relacionados com o uso da visão; *com visão parcial*, as que possuem limitações da visão a longo alcance, mas que são capazes de ver objetos e materiais quando estão a poucos centímetros ou, no máximo, a meio metro de distância; *com visão reduzida*, aquelas cuja limitação gerada pela deficiência visual pode ser corrigida. Para contextos educacionais, pessoas cegas são as que empregam o Braille, e pessoas com visão parcial são aquelas que usam material impresso. Se o problema de visão pode ser corrigido com óculos, o “defeito” não é considerado uma deficiência visual no sentido educacional (Barraga Apud. Kirk e Gallagher, 1987).

Os indivíduos citados estão aptos para aprender qualquer conteúdo ensinado (Leontiev et. al. 1988), mas em linhas gerais, não encontraram ou não encontram condições educativas específicas para sua aprendizagem no contexto escolar (um dos ambientes mais importantes de inclusão). Representam uma quantidade significativa de cidadãos que necessitam ou já necessitaram de algum tipo de preocupação diferenciada quanto às práticas de ensino de Física. Diferenciadas não no sentido excludente, mas no sentido de uma atenção especial as características próprias desses indivíduos, características estas, que exigem a elaboração ou adaptação de métodos de ensino e formas de avaliação. Diferenciadas também no sentido de inovadoras, pois, supõe-se que os métodos de ensino, as atividades, as formas de avaliação etc, que aqui foram desenvolvidas ou adaptadas e aplicadas a indivíduos com deficiência visual, poderão auxiliar outras pessoas (com deficiência visual ou não) em seu aprendizado de Física.

Outro referencial indispensável para a análise dos motivos pelos quais se deve ensinar Física para pessoas com deficiência visual, está relacionado a aspectos de caráter trabalhista. Neste contexto, a derrubada do preconceito, da discriminação e do isolamento, em conjunto com um ensino de Física de qualidade, trarão conseqüências benéficas para as pessoas com deficiência visual como, por exemplo, oportunidades no mercado de trabalho. No entanto, como empregar tais indivíduos sem o devido preparo dos mesmos, e das pessoas que irão recebê-los? Algumas empresas se dizem impossibilitadas de cumprir a lei 7853/89 - que obriga que aquelas com até 100 funcionários tenham no mínimo um deficiente contratado, com até 200 funcionários tenham 2% de deficientes, de 201 a 500, 3%, de 501 a 1 000 empregados, 4%, e acima de 1 001, 5% - por meio do argumento da não existência do funcionário com deficiência munido dos requisitos educacionais que o habilite a exercer aquela função específica. Observa-se aqui a estreita relação existente entre os aspectos educacionais e outros tantos de âmbito social como o trabalhista. Dessa forma, pensar um ensino de Física de qualidade para pessoas com deficiência visual, vai

além do caráter puramente escolar, extrapolando sem dúvidas, a um nível de discussão muito mais amplo e complexo, referente ao estabelecimento do indivíduo na vida social como um todo.

Em síntese, como aponta Mantoan, (2002) “as reformas educacionais e todos os questionamentos sobre o papel da escola exigem que se repense a prática pedagógica tendo a Ética, a Justiça e os Direitos Humanos como eixos”, sem se esquecer da indissociável relação Ciência/Tecnologia e sociedade indispensável à vida cotidiana de todos os indivíduos. Estes aspectos sempre sustentaram o “ideário educacional, mas nunca tiveram tanto peso e implicação como nos dias atuais, em que se luta para vencer a exclusão, a competição, o egocentrismo e o individualismo, em busca de uma nova fase de humanização e de socialização, que supere os pressupostos hegemônicos do liberalismo, baseada na interatividade, na superação de barreiras físicas, psicológicas, espaciais, temporais, culturais, e acessível a todos” (Mantoan, op. cit.).

Portanto, a discutida importância do ensino de Física para alunos com deficiência visual, bem como, as expectativas docentes pessoais e coletivas relacionadas a o que se ensinar, ou de como se ensinar acrescidas de como se avaliar e de como se comportar mediante alunos com deficiência visual em ambientes de ensino/aprendizagem de Física, motivaram a realização da presente pesquisa. Entretanto, não se pretende fornecer uma “fórmula pronta” ao que se refere ao ensino de conteúdos de Física a alunos com a citada deficiência, e sim apresentar alguns direcionamentos, já que é a prática de sala de aula que indicará aos seus participantes o “caminho a seguir” em cada caso específico.



# CAPÍTULO 1

## CONHECENDO A PESSOA COM DEFICIÊNCIA VISUAL

*Neste capítulo, com o intuito de desmistificar a deficiência visual, e por conseqüência, conhecer melhor os indivíduos com a citada deficiência, apresentamos de início uma relação entre a deficiência e aspectos sociais e históricos. Tal desmistificação como será apresentada, representa o primeiro passo para ações educativas das quais destacamos as de Física. Posteriormente, enfocamos a etimologia da palavra “ver”, sua relação com o “conhecer” e apresentamos uma discussão de uma nova abordagem, conhecer sem ver. Para finalizar, apresentamos uma distinção semântica entre os conceitos de deficiência, incapacidade e desvantagem.*



## **1.1 - DESMISTIFICANDO A DEFICIÊNCIA VISUAL: PRIMEIRO PASSO PARA AÇÕES EDUCATIVAS DE FÍSICA**

### **1.1.1- ANÁLISES PRELIMINARES**

O desconhecimento de características, atitudes, potencialidades, especificidades, inerentes a uma pessoa com deficiência visual, constitui-se em um dos principais fatores causadores de deficiência na perspectiva social. Atitudes intrusivas, despropositadas e desagradáveis por parte da população, que em sua maioria é constituída por pessoas videntes, revelam um desconhecimento quase total das características da deficiência visual e das suas conseqüências reais. Os mitos, verdadeiros paradigmas comportamentais e educacionais, ao constituírem-se como obstáculo a relacionamentos equilibrados e saudáveis entre videntes e pessoas com deficiência visual, produzem uma série de tabus que geram por sua vez, uma relação dialética entre distanciamento e desconhecimento, relação esta, que tende a ser estável, mas que pode ser desestabilizada em contextos sociais como o educativo.

Assim, dentro do contexto da deficiência visual, apresentar-se-á na seqüência, uma análise relacionada aos mitos do “conhecer” e do “ver”. Pretende-se obter a partir de tais reflexões, a desmistificação de pontos subjetivamente presentes em contextos pedagógicos, já que, a aproximação de pessoas com deficiência visual com indivíduos videntes por meio do conhecimento mútuo, deve representar uma meta a ser atingida pela educação.

### **1.1.2- HINO ENTOADO AOS OLHOS**

É fato inegável a estreita relação estabelecida pelo senso comum entre o “ver” e o “conhecer”. Esta relação, embora não entendida objetivamente de uma forma sinônima, é numa sociedade formada por pessoas que em sua grande maioria possuem o sentido da visão, freqüentemente colocada como condição uma da outra. Nesse sentido, quase todas as estruturas que envolvem o estabelecimento de práticas sociais cotidianas, estão fortemente associadas ao perfeito desempenho do sentido visão. Na sociedade atual, tomar um ônibus, escolher o que comer em um restaurante, contar dinheiro, ter acesso a informações, freqüentar uma sala de aula etc., constituem-se em ações normais e simples aos videntes, e extremamente complexas,



inéditas, extraordinárias, anormais e constrangedoras aos cegos ou aos indivíduos com baixa visão.

Com o intuito de compreender um pouco melhor o fenômeno acima descrito, analisar-se-á sobre os referenciais psico-social, etimológico, filosófico e histórico, as origens da relação entre o “ver” e o “conhecer”. Desta forma, o conhecimento de tal relação trará questionamentos que podem resultar na conscientização da importância de outras percepções para a educação, e para o satisfatório desempenho de uma pessoa com deficiência visual na vida como um todo.

Nesse contexto, a observação do hino que Descartes entoava aos olhos pode produzir reflexões que contribuam à compreensão do tema aqui abordado.

*“O olho, pelo qual a beleza do universo é revelada à nossa contemplação, é de tal excelência que todo aquele que se resignasse à sua perda privar-se-ia de conhecer todas as obras da Natureza, cuja vista faz a alma ficar feliz na prisão do corpo, graças aos olhos que lhe representam a infinita variedade da criação” (Descartes apud Chauí, 1988).*

É possível notar de acordo com as palavras de Descartes, que o sentido visão possui atributos exclusivos de observação, felicidade e conhecimento, de tal forma que aqueles que não o possuem se tornam incapazes de exercerem ou participarem dos atributos descritos. Opondo-se ao conceito observado, entende-se que o exercício desses atributos, não é privilégio exclusivo dos videntes, mas acaba de uma forma indireta, ou seja, pela via social, se tornando. Portanto, a compreensão do fenômeno “a deficiência visual” se dará de uma forma não superficial a partir do entendimento das relações sociais que realmente definem uma pessoa como tal, e que se constituíram no decorrer da história em verdadeiros mitos acerca da deficiência visual. Alguns desses mitos serão na seqüência abordados e discutidos.

### **1.1.3 - VISÃO PSICO-SOCIAL DA DEFICIÊNCIA VISUAL: ANÁLISE DE MITOS HISTÓRICOS E ATUAIS DA DEFICIÊNCIA VISUAL**

O quadro do desenvolvimento de uma pessoa com deficiência visual está intimamente ligado com as relações sociais que a mesma mantém em seu cotidiano. Segundo Leontiev et. al. (1988), durante o desenvolvimento da criança, sob a influência das circunstâncias concretas de sua vida, o lugar que ela objetivamente ocupa no sistema das relações humanas se altera. Evidencia-se aqui a importância de ouvir, enxergar, tatear, falar, para o desenvolvimento de um

ser humano, e evidencia-se também, que a ausência parcial ou total de um desses quesitos estabelece mudanças comportamentais, o que produz alterações no percurso de seu desenvolvimento. Entretanto, especificamente para o caso de um indivíduo com deficiência visual, quais são as verdadeiras implicações que a ausência total ou parcial da visão provoca em seu desenvolvimento?

Neste contexto, Vigotski (1997), ao analisar especificamente a cegueira, sugere que a mesma age de uma certa forma como uma “força” que pode manifestar capacidades em indivíduos com deficiência visual. Em seu ensaio “O menino cego”, trata a questão em três etapas (mística, biológica, e científica ou sócio-psicológica).

A etapa mística engloba a antiguidade, a idade média e uma grande parte da História Moderna e pode ser caracterizada pela visão mística, superficial e preconceituosa à respeito do cego. A cegueira é associada com infelicidade, invalidez, medo supersticioso e grande respeito. Paralelamente à idéia de invalidez, aparece a idéia de que nos cegos se desenvolvem as forças místicas da alma, como um acesso à visão espiritual. É neste período histórico que surgem as tradições acerca do cego, como o guardião da sabedoria popular, os cantores e os profetas. Homero era cego, e existe na literatura a suposição de que Demócrito se cegou para dedicar-se à filosofia. Este acontecimento serve para exemplificar a relação mística estabelecida nesta época entre o dom filosófico e a cegueira. Talmud (Apud. Vigotski, op. cit.) comparou os cegos, os leprosos e os estéreis aos mortos e ao referir-se a eles utilizava a expressão eufemística: “Pessoas com abundância de luz”.

Graças a essa tradição, ainda hoje a cultura popular entende o cego como uma pessoa que possui visão interior dotada de conhecimento espiritual, não acessível a outras pessoas. O cristianismo variou o conteúdo moral dessa essência, mas deixou invariável a própria essência e nisso se baseou o dogma principal da idade média acerca dos cegos, isto é, a crença na idéia de que para toda classe de sofrimento e privação atribuir-se-ia um valor espiritual, pobreza terrestre - riqueza com Deus, corpo débil - espírito elevado, aproximação do cego a Deus. Nenhum desses pontos de vista surgiram da experiência, ou do testemunho e muito menos da investigação, mas de teorias sobre o espírito e a fé.

A etapa biológica surge a partir do século XVIII com uma nova compreensão da cegueira. O misticismo é substituído pela Ciência e o preconceito por experimentos e estudos. Esta nova fase incorporou o cego ao ensino e ao estudo, baseava-se na substituição de órgãos do sentido, como no caso dos órgãos pares rins e pulmões, isto é, na ausência ou não funcionamento de um deles, o outro exerceria suas funções. Lendas fundamentadas em observações verdadeiras, porém mal interpretadas sobre agudeza do tato, super audição, natureza perfeita “que tira com uma mão e dá com a outra” e atribuição de um sexto sentido aos cegos, são caracterizadoras desta etapa.

Bürklen (apud. Vigotski, op. cit.), reuniu alguns autores que desenvolveram uma nova idéia frontal à já estabelecida: indicavam como um fato irrevogável que nos cegos não existe o desenvolvimento supernormal das funções do tato e da audição, pelo contrário, com muita

freqüência estas funções se apresentam nos cegos menos desenvolvidas do que nos videntes. Fenômenos como o da agudeza tátil nos cegos, não surgem da compensação fisiológica direta do defeito da vista, mas sim, de uma via indireta, muito complexa da compensação sócio-psicológica geral. Em outras palavras, segundo afirmação de Luzardi (apud. Vigotski, op. cit.), o tato ou a audição nunca ensinarão o cego realmente a ver, portanto, conforme assinala Vigotski (op. cit.), é preciso compreender a substituição, não no sentido de que outros órgãos assumam diretamente as funções fisiológicas da vista, mas sim, no sentido da reorganização complexa de toda a atividade psíquica, provocada pela alteração da função mais importante e dirigida por meio da associação da memória e da atenção, ou seja, a criação de um novo tipo de equilíbrio do organismo em função do órgão afetado.

A superação da convicção biológica ingênua que se mostrou incorreta representou um grande avanço em direção a “verdade”. Pela primeira vez, partindo da observação científica com o critério experimental, se abordou o fato de que a cegueira não é só um defeito, uma deficiência, mas também incorpora várias forças e novas funções à vida e à atividade, motivando um certo trabalho criador orgânico. Com o surgimento do Braille, o cego passou a ter acesso à educação e isto foi de valor inestimado, já que um ponto do sistema Braille se mostrou mais importante para o cego, que mil obras de caridade. A possibilidade de ler e escrever resultou ser mais importante do que o sexto sentido ou a agudeza do tato e do ouvido.

Haüy (apud. Vigotski, op. cit.), assinalou “encontrarás a luz no ensino e no trabalho”. Ele viu no conhecimento e no trabalho a solução da tragédia da cegueira. A época de Haüy deu aos cegos o ensino, a atual deve dar o trabalho.

Foi na idade contemporânea, após a superação das visões mística e biológica - que até então se apresentavam como modelo de interpretação acerca do indivíduo cego - pela psicologia social da personalidade que a Ciência se aproximou do domínio do conhecimento sobre a psicologia da pessoa cega. Temos aqui caracterizada a etapa científica ou sócio-psicológica. Segundo as palavras de Vigotski (op. cit.), fica claro a nova linha de abordagem que se segue: “Se algum órgão, devido à deficiência morfológica ou funcional, não cumpre seu trabalho, então o sistema nervoso central e o aparato psíquico assumem a tarefa de compensar o funcionamento insuficiente do órgão, criando sobre este ou sobre a função, uma superestrutura psíquica que tende assegurar o organismo no ponto débil ameaçado”. A luta criada entre o indivíduo cego para se estabelecer socialmente, poderá levá-lo a atingir dois extremos. Um desses extremos, ou seja, a vitória do organismo pela super compensação, não indica apenas a superação das dificuldades originadas pelo defeito, mas também o seu próprio desenvolvimento é levado a um nível superior, criando do defeito, uma capacidade; da debilidade, a força; da baixa auto-estima, a alta auto-estima. O segundo extremo é o fracasso da super compensação. Seria ingênuo pensar que qualquer enfermidade termina em êxito e que todo defeito se transforma felizmente em um talento, portanto, segundo Vigotski (op. cit.), o fracasso da supercompensação leva à vitória total do sentimento de debilidade, ao caráter associal da conduta, à criação de posições defensivas a

partir de sua debilidade, à loucura, à impossibilidade da personalidade de ter uma vida psíquica normal, e à neurose.

Ainda de acordo com o mesmo autor, a essência desse novo ponto de vista reside na tendência da superação do conflito social por parte do indivíduo pela super compensação. Essa tendência está dirigida à formação de uma personalidade de pleno valor no aspecto social, isto é, a conquista da posição na vida social. Portanto, não é o tato nem o ouvido que se desenvolvem a mais nos indivíduos cegos, mas sim, com a finalidade de vencer o conflito social, toda personalidade é abrangida, começando por seu núcleo interno com a tendência não de substituírem a vista, mas de vencer pela super compensação.

Com o objetivo de explicitar e superar a visão ingênua relacionada à substituição de funções orgânicas, por exemplo: a audição substitui a visão nos cegos; será apresentada na seqüência, uma análise acerca de um mito ainda bastante freqüente na sociedade atual, ou seja, o mito da escuridão.

#### **1.1.4- CEGOS NÃO SENTEM SUA CEGUEIRA: O MITO DA ESCURIDÃO**

Contra a opinião comum de que o cego se sente submergido na escuridão devido à sua cegueira, alguns psicólogos assinalaram que o mesmo não percebe em absoluto seu defeito físico. Nas palavras de Biriliev (apud. Vigotski, op. cit.), cego altamente instruído, pode-se observar um exemplo: “Eu não posso sentir diretamente meu defeito físico”. Vigotski (op. cit.) afirma que os cegos não percebem a luz da mesma maneira que os que enxergam com os olhos tapados a percebem, isto é, eles não sentem e nem experimentam diretamente que não têm visão, portanto, a capacidade para ver a luz tem um significado prático e pragmático para o cego e não um significado instintivo-orgânico, o que significa que eles sentem seu defeito de um modo indireto, refletido unicamente nas conseqüências sociais.

Leontiev et. al. (op. cit.), apontam que “embora os conceitos e os fenômenos sensíveis estejam inter-relacionados por seus significados, psicologicamente eles são categorias diferentes de consciência”. Esta idéia está fundamentada no conceito de funções psicofisiológicas, que vêm a ser as funções fisiológicas do organismo. O grupo inclui as funções sensoriais, as funções mnemônicas e as funções tônicas. Nenhuma atividade psíquica pode ser executada sem o desenvolvimento dessas funções que constituem a base dos correspondentes fenômenos subjetivos de consciência, isto é, sensações, experiências emocionais, fenômenos sensoriais e a memória, que formam a “matéria subjetiva”, por assim dizer, a riqueza sensível, o policromismo e a plasticidade da representação do mundo na consciência humana. Portanto, de acordo com Leontiev et. al. (op. cit.), “se mentalmente excluirmos a função das cores, a imagem da realidade

em nossa consciência adquirirá a palidez de uma fotografia branca e preta. Se bloquearmos a audição, nosso quadro do mundo será tão pobre quanto um filme mudo comparado com o sonoro. Por outro lado, uma pessoa cega pode tornar-se cientista e criar uma nova teoria, mais perfeita, sobre a natureza da luz, embora a experiência sensível que ela possa ter da luz seja tão pequena quanto aquela que uma pessoa vidente tem sobre a velocidade da luz.”

A partir do referido contexto, uma questão torna-se relevante: Ver é condição para conhecer? Essa discussão será trazida à tona na seqüência por meio da análise de três pontos chave, a saber: etimologia da palavra “ver”; a compreensão filosófica do “ver” e “conhecer sem ver”. Pretende-se por meio da análise efetuada, apresentar argumentos que dicotomisem o pré-requisito de senso comum, que intende, ainda que de maneira superficial e não explícita, o primeiro como condição do segundo.

### **1.1.5- ETIMOLOGIA DA PALAVRA “VER”**

Uma questão bastante subjetiva e pouco discutida é aquela que se relaciona ao conhecimento e à visão. Nesse sentido, Masine (1994) pergunta: “ver é condição para conhecer ou conhecer é ver?”. Uma análise etimológica da palavra “ver”, pode trazer à tona além de reflexões relacionadas ao referido tema, conceitos implícitos invariavelmente tomados como verdadeiros.

Sob tal referencial, pode-se perguntar: o que é ver? Como indica Masine (1994) “da raiz indo-européia (Weid), ver é olhar para tomar conhecimento e para ter conhecimento”. Ainda de acordo com o mesmo autor “este laço entre ver e conhecer, de um olhar que se tornou cognoscente e não apenas espectador desatento, é o que o eidô (do grego) significa: ver, observar, examinar, fazer, instruir, instruir-se, informar, conhecer, saber”.

Não obstante, o significado do uso cotidiano da palavra ver e seus derivados revela de acordo com Chauí (1983) um enfoque realista de mundo. “Falamos em ver, rever, porque cremos na palavra e nela cremos; porque cremos em nossos olhos; cremos que as coisas e os outros existem porque os vemos e os vemos como existem” (Chauí op. cit.).

Masine (1994) afirma que essa concepção realista de mundo, de diferentes maneiras se encontra presente em discursos cotidianos, como por exemplo, “na distinção entre as palavras alucinado e lúcido, isto é, loucura e sanidade, designados como ausência ou presença de luz”.

Em relação a determinadas comparações entre o sentido visão e outros sentidos, Masine (op. cit.) indica que popularmente “dos cinco sentidos somente a audição é referida à linguagem” e que de uma certa forma, a mesma, “rivaliza com a visão no léxico do conhecimento”. Assim, não é comum se dizer “ouve como brilha”, “cheira como resplandece”, “saboreia como reluz”, “apalpa como cintila”. No entanto, se diz que todas essas coisas se vêem. Por isso, é bastante comum afirmações do tipo: “vê como isto brilha” como também “vê como isto soa”, “vê como cheira”, “vê como sabe bem”, “vê como é duro”.

As relações etimológicas apresentadas evidenciam uma ligação direta e dependente entre o ato de “ver” e o de “conhecer”. Esta ligação será abordada na seqüência levando-se em conta alguns referenciais filosóficos que enfocam a referida questão.

### **1.1.6- A COMPREENSÃO FILOSÓFICA DO “VER”**

De acordo com Masine, (1994) a filosofia abordou a questão do olhar inicialmente, sob dois pontos de vista:

- a) A visão depende dos objetos.
- b) A visão depende dos olhos, que fazem por sua vez, os objetos serem vistos.

A tradição de Demócrito, Epicuro e Lucrécio, fiel ao sentido latino de percepção, refletem a primeira alternativa, conhecida como: “Teoria perceptiva”. A tradição nascida em Empédocles decide-se pela segunda alternativa, denominada de: “Teoria emissiva” (Masine op. cit.).

Verificou-se, que as posições observadas acima, não se anularam ou se constituíram como dominante uma em relação à outra. Por outro lado, apresentaram uma transformação, que indica uma passagem da fé perceptiva à atitude analítica, que por sua vez, decompõe a visão em qualidades (das coisas) e sensações (dos olhos).

Para Masine, (op. cit.) em relação ao que vem sendo abordado, filosoficamente “conviveram e convivem”:

- O realismo, que crê na percepção como coincidência entre sujeito e objeto;
- O idealismo, que crê na percepção como síntese operada pelo sujeito;
- O empirismo, que procura explicar a percepção como síntese passiva das sensações;
- O intelectualismo, que pela reflexão busca objetivar a sensação, fazendo-a aparecer como matéria do conhecimento.

Como citado, a partir das análises filosóficas sobre o fenômeno da visão, há de acordo com Masini, (1994), uma mudança na interpretação do referido fenômeno, ou seja, “passa-se da experiência de ver, para a explicação racional dessa experiência”. Deste modo, o fenômeno da visão passou a ser compreendido da seguinte forma: a visão, “desliga-se e desfaz as próprias coisas para que sejam refeitas, quer como causas ativas, quer na condição passiva resultante de sínteses subjetivas - do cérebro no empirismo ou da consciência no intelectualismo” (Masini, op. cit.). Essa nova postura marca uma cisão entre o olhar e o mundo, como entre os olhos do corpo e do espírito ou intelecto.

Deste modo, as idéias descritas falam de um paradigma da visão como pré-requisito para o saber. Este modelo serve como suporte para o conhecimento enquanto representação. Como indica Masini (1990) o sujeito do olhar de acordo com o ponto de vista descrito, é o “intelecto”, o “entendimento”, a “consciência”, como poder constituinte do objeto enquanto significação.

O referido referencial na seqüência, por meio de uma nova abordagem, ou seja, a do “conhecer sem ver”, será submetido a análises com a finalidade de ser criticado e superado.

### **1.1.7- CONHECER SEM VER: DISCUSSÕES ACERCA DE UMA NOVA ABORDAGEM**

Fica evidente a partir dos referenciais descritos, a compreensão do “conhecer” como dependência do “ver”. Este conceito de conhecimento, originado em uma sociedade formada na sua maioria por videntes, constituiu o pensamento filosófico descrito, e constitui ainda hoje, a compreensão de senso comum acerca das condições para a obtenção do conhecimento.

Embora se referindo ao vidente e não especificamente à pessoa com deficiência visual, Merleau-Ponty assume uma postura divergente à descrita. Como aponta Masini, (1994) atento às zonas ambíguas da percepção, Merleau-Ponty com seu “olhar fenomenológico”, tentou levar até o fim a crítica ao dualismo clássico entre conhecer e ver, retomando o mundo vivido onde o olho e o visível se implicam mutuamente. Assim, Merleau-Ponty volta-se para a totalidade do ser e fala do sensível, do tátil, do audível, do visível. A partir da observação de uma de suas idéias, muito dessa nova postura pode ser melhor compreendida:

*“Imerso no visível pelo seu corpo, o vidente se aproxima do que vê pelo seu olhar. Abre-se ao mundo, ao invés de apropriar-se dele. Visível e vidente, o corpo próprio de cada um está no mundo - olha todas as coisas e também pode olhar a si - se vê vidente, toca-se tateante, é visível e sensível por si mesmo, e a partir daí é que cada um pensa. A*

*visão não é um certo modo do pensamento ou da presença a si, é o meio que me é dado de estar ausente de mim mesmo, de assistir de dentro a fissão do Ser, só no término do qual eu me fecho sobre mim” (Merleau Ponty, 1975).*

Apesar de Merleau Ponty deixar claro que conhecer não é ver, num mundo e numa “cultura de videntes”, é bastante natural que o primeiro permaneça como condição do segundo, já que, ao se referir a uma “cultura de videntes” está se referindo à maioria das pessoas que aí estão, existindo como videntes e percebendo pela predominância da visão sobre os demais sentidos (Masini, 1990).

Assim, como indica o mesmo autor (op. cit.), “o deficiente visual permanece oculto ao ser apresentado pela percepção unidimensional da visão”. Nesse sentido, indo um pouco além em relação ao autor citado, não apenas o indivíduo com deficiência visual permanece oculto ao ser apresentado por tal unidimensionalidade, como também, os indivíduos videntes podem permanecer semi-ocultos, já que em privilégio de uma dada percepção, todas as outras podem passar despercebidas.

Desse modo, parece muito interessante o estabelecimento de reflexões sobre alguns questionamentos propostos por Masini (1994):

- Como é o pensar daquele que aí está e não é vidente?
- Afirmar que sem visão não podemos pensar, não será uma redução que impede um aprofundamento sobre o “compreender” humano e o seu “saber”?
- Como se dá o conhecimento na ausência da visão?

Na tentativa de se obter as respostas dos questionamentos citados, serão enfocadas duas argumentações não divergentes, mas complementares. São elas: imaginar uma sociedade formada somente por pessoas cegas, e compreender a luz das explicações de Merleau-Ponty a relação entre o que ele chama de “conteúdos particulares”, e “formas de percepção”.

**PRIMEIRA ARGUMENTAÇÃO:** Na literatura de ficção, em “The Country off hind”, na saída encontrada por um artista, o “sem visão” surge uma outra maneira de perceber e interpretar o mundo. No texto abaixo, observa-se uma interessante inversão de maiorias, que indica as dificuldades do ser humano em lidar com a questão da diferença. Essas dificuldades acabam por produzir determinados padrões de normalidade, que são tomados como referência nas definições de atitudes e atividades da prática social, das quais destaca-se a educacional.

*Certa vez, um camponês chamado Nunez, numa escalada perigosa, ao separar-se de seus companheiros de caravana, caiu de uma montanha e descobriu o Vale dos Cegos. Lembrando-se do dito popular “em terra de cego, quem tem um olho é rei”, aspirou*



*governar o Vale. Descobriu, porém, que isso não era tão fácil quanto esperava e que sua visão não era sempre uma vantagem.*

*Quando foi encontrado por três homens do Vale, eles tentaram descobrir quem era aquela estranha criatura.*

*- Vamos levá-lo para os mais velhos. - disse Pedro.*

*- Grite primeiro - disse Correa - senão poderemos assustar as crianças.*

*Assim, eles gritaram e Pedro foi à frente e pegou Nunez pela mão para guiá-lo até as casas.*

*- Eu posso ver - disse, puxando-lhe a mão.*

*- Ver? - perguntou Correa.*

*- Sim, ver - respondeu Nunez, virando-se em sua direção e tropeçando.*

*- Seus sentidos são ainda imperfeitos - disse o terceiro cego - Ele tropeça e diz palavra sem sentido. Guie-o pela mão.*

*- Como você quiser - disse Nunez e deixou-se guiar, rindo.*

*Parecia que eles nada sabiam de visão.*

*Nunez começou a perceber que muito da imaginação dos cegos havia desaparecido com sua visão e eles haviam feito para si, um novo mundo, onde predominava a sensibilidade do ouvido e do tato. Lentamente, Nunez percebeu que ele estava errado em esperar que as pessoas ficassem impressionadas com sua origem e habilidades. Pensavam que ele fosse um novo ser e eram incapazes de entender suas sensações. E, assim, após entender que não aceitariam suas explicações sobre a visão, calou-se e começou a ouvir o que tinham para lhe dizer.*

*E chegou o dia em que Nunez apaixonou-se por Medina e queria casar-se com ela. O pai, Yacobs, solicitou uma reunião dos mais velhos para decidirem o que fazer. Eles estranhavam muito as falas e comportamentos de Nunez. Após um tempo de discussão, o velho Yacobs comentou:*

*- Algum dia ele estará tão só quanto nós.*

*A vontade de curá-lo de suas peculiaridades permanecia.*

*Após algum tempo, um dos mais velhos, o grande médico entre eles, expôs sua idéia criativa:*

*- Examinei Bogotá - era assim que o chamavam - e o caso é claro para mim - disse. - Penso que muito provavelmente ele deverá ficar curado.*

*- Isso é o que eu sempre desejei - disse o velho Yacobs.*

*- Sua mente está afetada - observou o doutor cego.*

*Os mais velhos concordaram, murmurando:*

*- Bem, o que o afeta?*

*- Ahm? - disse o velho Yacobs.*

*- Isto - disse o doutor, respondendo à pergunta. - Estas coisas esquisitas chamadas olhos, que existem para fazer uma agradável e macia depressão na face, estão doentes. Isto está afetando sua mente. Seus olhos são muito grandes e seus cílios e pálpebras movem-se. Assim, sua mente está sendo prejudicada.*

*- É - disse o velho Yacobs - É isso.*

*- E eu penso que para curá-lo completamente, precisamos fazer uma operação fácil para remover esses olhos.*

*- E, então, ele ficará são?*

*- Sim, ele ficará perfeitamente são e se tornará um excelente cidadão.*

*- Graças a Deus, pela Ciência - disse o velho Yacobs, e foi contar a Nunez suas intenções (Wells apud Masini, 1990).*

Como aponta Masini, (1990) “no Vale, é a fala do cego que constitui maioria; é ela que passa a ser ouvida por Nunez, quando este descobre que a sua não leva a nada. Assim, uma outra maneira de perceber o mundo aparece e com ela conceitos, valores e crenças se impõem em nome da Ciência” (...) “no mundo dos videntes, como não poderia deixar de ser, a fala que se impõe, é a deles. Seria absurdo negar este fato, antes, ele deve ser considerado para que se possam identificar os conceitos, valores, definições de senso comum ditado pelo sentido da visão, pois este, quando utilizado como referencial na educação do Deficiente Visual, impede-o de compreender, levando-o a uma aprendizagem mecânica”.

**SEGUNDA ARGUMENTAÇÃO:** Relação entre conteúdos particulares, e formas de percepção.

Parece absolutamente ingênuo a crença na idéia de que indivíduos cegos ou com baixa visão sejam incapazes de construir modelos referentes ao mundo físico, ou mesmo de outras formas de conhecimento. Entretanto, como observado, de forma discreta e indireta, é isto que ocorre. Com o objetivo de apresentar uma negativa às concepções relacionadas ao “conhecer” e ao “ver”, apresenta-se como exemplo, o trabalho de Camargo, (2000) que enfocou sob aspectos históricos e visuais, as concepções alternativas sobre repouso e movimento de um grupo de seis sujeitos cegos. Verificou-se que para o referido grupo existem tendências de suas concepções convergirem aos modelos pré-científicos de movimento.

Como apontam várias pesquisas nesta área (Watts 1983; Gardner 1986; Clement 1979; McCloskey et. al., 1980; Minstrell 1982), tais tendências também são verificadas junto a sujeitos videntes e portanto, indivíduos embora cegos, não representam exceção à maneira alternativa de se abordar questões relacionadas ao referido tema.

Nesse contexto, autores denominados construtivistas afirmam que o conhecimento não é absoluto, mas intimamente relacionado com as ações e experiências do aprendiz. Quando um indivíduo pensa em um dado fenômeno físico como, por exemplo, o movimento de um objeto, realiza ações de busca de construções de concepções referentes ao fenômeno em questão, ações estas, que constituem o conhecimento do objeto de pensamento. Como indica Johnson, (1987), “o conhecimento é sempre contextual e nunca separado do conhecedor; conhecer é agir; conhecer é entender de uma certa maneira, uma maneira que pode ser partilhada por outros que se juntam numa comunidade de conhecimento”. A grande problemática paradigmática a cerca do conhecimento é composta pelo fato de que não se pode transmitir significado, pois, o mesmo é construído individualmente dentro de um contexto social. Como afirma Gergen (1982), “o conhecimento não é algo que as pessoas possuem em suas cabeças, mas algo que fazem juntas”.

De acordo com Merleau Ponty apud Masini (1994) a compreensão de fenômenos relacionados com o “conhecer” se encontra ligada não apenas com o sentido visão, mas, com uma relação dialética entre o conjunto de sensações próprias do ser humano, e a capacidade que o mesmo tem de interpretá-las. Nesse sentido, concluiu-se em Camargo (op. cit.) que a construção de concepções alternativas relacionadas com fenômenos físicos como o movimento e o repouso dos objetos, feita por qualquer pessoa, não parece depender exclusivamente de aspectos visuais, já que sensações auditivas e táteis participam de modo relevante na construção de tais concepções. Assim, do ponto de vista sensorial, a “comunidade de conhecimento”, é influenciada por todos os sentidos, e portanto, conhecer um dado objeto ou fenômeno, se encontra vinculado às múltiplas formas de perceber, ao refletir individual, e ao compartilhar social do objeto de conhecimento em questão.

O modelo de Merleau Ponty citado acima, é fundamentado sobre dois pilares, a saber: “conteúdos particulares” (ou a especificidade) e “formas de percepção” (ou generalidade).

Conteúdos: são os “lados” sensoriais (visão, tato, audição etc). Forma: é a organização total desses “lados”, que é fornecida pela função simbólica. Há como citado, uma dialética entre conteúdo e forma, isto é, não se pode obter qualquer tipo de organização se não existirem dados, mas estes quando fragmentados, ou seja, dissociados da função simbólica, de nada adiantam (Masini 1994).

Os dados sensíveis que constituem o primeiro fundamento da consciência e da ação, por meio da dialética entre forma e conteúdo, são retomados pela consciência, recebendo da mesma, um sentido original. Desta forma, entre a consciência e o corpo, existem relações de implicações recíprocas, e não de dependência.

Assim, como indica Masini (op. cit.) “a consciência consiste em estar nas coisas por intermédio do corpo, e a experiência do corpo faz cada um reconhecer o emergir do sentido aderido aos conteúdos, unidade de implicação em que as diversas funções se desenvolvem dialeticamente”. Neste contexto, a fim de se obter a compreensão de um indivíduo e de aspectos relacionados à sua educação, há a necessidade de se considerar sua estrutura própria que exprime ao mesmo tempo sua generalidade e especificidade (o conteúdo e a forma) e a dialética entre essa especificidade e generalidade.

Para o caso de uma pessoa com deficiência visual, conclui-se que a mesma, por sua vez, tem a possibilidade de organizar os dados como qualquer outra pessoa, desde que esteja aberta para o mundo em seu modo próprio de perceber e de relacionar-se. Portanto, como aponta Masini (1994) o que não se pode desconhecer é que o deficiente visual tem uma dialética diferente, devido ao conteúdo que não é visual, e a sua organização, cuja especificidade é a de referir-se ao tátil, auditivo, olfativo, sinestésico. A consideração dos referidos elementos não visuais são para a educação do indivíduo com deficiência visual, fundamentais, e representaram para a elaboração das atividades de ensino de Física que foram aplicadas a um grupo de alunos com deficiência visual, e que posteriormente serão apresentadas, um referencial central.

Em síntese, abordou-se até aqui a análise de alguns mitos que cercam a deficiência visual, análise esta realizada sobre quatro referenciais principais, a saber: o social, o histórico, o etimológico e o filosófico. Para finalizar o presente capítulo, será apresentada uma distinção semântica entre os conceitos de deficiência, incapacidade e desvantagem, conceitos estes que apesar de poderem se relacionar, não mantêm semelhança.



## **1.2- DISTINÇÃO SEMÂNTICA ENTRE OS CONCEITOS DE DEFICIÊNCIA, INCAPACIDADE E DESVANTAGEM**

Atualmente, existem grandes discussões por conta de questões relacionadas à nomenclatura ou designação de uma pessoa com deficiência. Nesse sentido, parece necessário, inclusive às pessoas com deficiência, o esclarecimento de alguns pontos sobre esta questão.

Embora a expressão “portador de deficiência”, não por causa da palavra deficiência, mas pela palavra portador, não seja a mais adequada para caracterizar uma pessoa com limitações, este é o termo que consta na constituição brasileira. As pessoas portam algo que seguram e podem soltar (um objeto, por exemplo). A deficiência, por mais difícil que seja seu entendimento e aceitação, não pode ser deixada à margem, mas sim, encarada e superada. Por outro lado, o termo “deficiência” não deve ser interpretado como pejorativo ou desmerecedor, pois deficiência não é o oposto de eficiência, o oposto de eficiência é ineficiência e a deficiência indica apenas uma falta ou uma limitação em relação ao ambiente físico e social externo.

Outros termos como “pessoa com necessidades especiais” (termo que consta na atual LDB/96), podem ser importantes para a educação, já que em linhas gerais uma boa parte das crianças e não apenas as com deficiências tem necessidades especiais. Como será discutido, o termo que melhor se adequa às exigências semânticas, é o termo “pessoa com deficiência”.

De acordo com uma abordagem histórica, desde o século XVIII, os profissionais de saúde apresentam preocupações em estabelecer uma classificação das doenças. Entretanto, somente na VI Revisão da Classificação Internacional de Doenças (CID-6), em 1948, foram feitas referências a doenças que poderiam se tornar crônicas, exigindo outros atendimentos além de cuidados médicos. Surgiu em 1976 na IX Assembléia da Organização Mundial da Saúde, uma classificação internacional de deficiências, incapacidades e desvantagens, ou seja, um manual de classificação das conseqüências das doenças (CIDID), publicada em 1989. Dessa forma, a conceituação de deficiência, incapacidade e desvantagem é feita da seguinte maneira:

Deficiência: perda ou anormalidade de estrutura ou função psicológica, fisiológica ou anatômica, temporária ou permanente. Representa a exteriorização de um estado patológico, refletindo um distúrbio orgânico, uma perturbação no órgão (Amiralian, et. al. 2000). Ainda de acordo com a Convenção Inter-Americana para a Eliminação de todas as Formas de Discriminação em relação a Pessoa com Deficiência, o termo “deficiência” significa uma restrição física, mental ou sensorial, de natureza permanente ou transitória, que limita a capacidade de exercer uma ou mais atividades essenciais da vida diária, causada ou agravada pelo ambiente econômico e social. Como citado deficiência não é o contrário de eficiência. O contrário de eficiência é ineficiência e a deficiência por sua vez, indica apenas uma falta, uma limitação em relação ao ambiente externo, e não especificamente da pessoa.

Incapacidade: restrição, resultante de uma deficiência, da habilidade para desempenhar uma atividade considerada normal para o ser humano (Amiralian, et. al. op. cit.). Surge como consequência direta ou é resposta do indivíduo a uma deficiência psicológica, física, sensorial ou outra.

Desvantagem: prejuízo para o indivíduo, resultante de uma deficiência ou uma incapacidade, que limita ou impede o desempenho de papéis de acordo com a idade, sexo, fatores sociais e culturais (Amiralian, et. al. op. cit.). Representa a socialização da deficiência e relaciona-se às dificuldades nas habilidades de sobrevivência.

Não obstante, evitou-se utilizar pela CIDID a mesma palavra para designar as deficiências, incapacidades e desvantagens. Dessa forma, para uma deficiência foi adotado um adjetivo ou substantivo, para uma incapacidade, um verbo no infinitivo e para uma desvantagem, um dos papéis de sobrevivência no meio físico e social.

Por outro lado, foram identificados por Chamie, (1990), três conjuntos de dificuldades no uso da CIDID:

- diferenciar e isolar os conceitos de deficiência, incapacidade e desvantagem nas descrições comportamentais;
- preparar pessoas para o uso padronizado dessa classificação;
- aplicar a classificação para as diversas teorias e modelos de deficiência.

De acordo com Zola, (1993), “a linguagem estaria tão ligada às condições filosóficas e políticas da sociedade, quanto à geografia e o clima. Ainda como indica o mesmo autor “a capacidade da palavra de denominar as pessoas e a significação do estigma deveriam ser reconhecidos por todos”. Dessa forma, o autor citado, propõe contextualizar a relação com o nosso corpo e com nossas deficiências, como uma possibilidade para reverter o estigma, realizando uma mudança não nos termos, mas na gramática.

Dessa maneira, nomes e adjetivos igualariam o indivíduo à deficiência. Por exemplo, inválido e deformado tenderiam a desacreditar a pessoa como um todo; preposições despreveriam relações e encorajariam a separação entre a pessoa e a deficiência, por exemplo, um homem com deficiência; os verbos na voz ativa seriam preferíveis aos verbos na voz passiva, por exemplo: um homem usando cadeira de rodas seria melhor do que um homem confinado a uma cadeira de rodas; também o verbo “ser” seria mais prejudicial do que o “ter”, por exemplo, “ele tem uma incapacidade” preferivelmente a “ele é incapacitado”.

Este critério de nomenclatura vem sendo utilizado neste trabalho até aqui, e continuará sendo utilizado para a caracterização dos alunos com deficiência visual. Dessa forma, explicita-se que o entendimento que se faz neste trabalho acerca da deficiência, não a relaciona diretamente com uma determinada incapacidade, e sim que tal incapacidade se relaciona primeiramente a determinadas condições impostas pelo meio. Estas condições quando analisadas de acordo com

um referencial educativo, além de gerarem incapacidades, colocam alunos com deficiência visual em desvantagem social perante seus colegas videntes. Por isto, serão abordados no próximo capítulo, alguns modelos de ensino/aprendizagem que supostamente colocam alunos com deficiência visual em desvantagem em relação a seus colegas videntes, e alguns modelos de ensino/aprendizagem que supostamente colocam esses alunos, em condições de igualdade para aprender. Sobre esse contexto, posicionar-se-a em relação ao modelo de ensino aprendizagem que supostamente colocam alunos com deficiência visual em condições de igualdade para aprender, modelo este que norteou a elaboração das atividades de ensino de Física apresentadas no capítulo (III).





## **CAPÍTULO - 2**

### **O ENSINO DE CIÊNCIAS: EVOLUÇÃO DE UM NOVO CAMPO DE INVESTIGAÇÃO**

*No presente capítulo, apresentamos um histórico bibliográfico acerca das pesquisas em ensino de Ciências, interpretamos a educação científica à luz do construtivismo, e trazemos referências que mostram a importância de um ensino fundamentado em elementos construtivistas. Analisamos também os conhecimentos prévios, e o modelo de mudança conceitual com suas inovações, limitações e superações.*



## 2.1- INTERPRETANDO A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA À LUZ DO CONSTRUTIVISMO

A superação do paradigma tradicional de ensino, que dentre tantos aspectos abordou objetivos divergentes à formação crítica, reflexiva e interacionista por parte dos alunos, valorizando prioritariamente, características de isolamento, memorização, passividade e a idéia de um professor transmissor de informações (Pozo, 1999), tem se apresentado fundamental para a prática pedagógica de docentes que buscam um aprendizado significativo de seus discentes. Como se tem observado seguidamente, os alunos memorizando soluções e limitando-se ao reconhecimento e à reprodução de problemas que já foram resolvidos, pouco aprendem sobre os conteúdos trabalhados. Em outras palavras, por meio de exercícios que o professor resolve de forma linear, sem dúvidas ou tentativas sobre o que se busca ou sobre qual é o caminho a seguir, o caráter mecânico pragmático e desinteressado, substitui aspectos relacionados a um aprendizado significativo.

Não obstante, a superação de outros modelos de aprendizagem defendidos por professores de ciências como o de aprendizagem por descobertas, representou significativo avanço dentro da prática educativa. Esse modelo se centra nos trabalhos experimentais e autônomos dos alunos, trabalhos estes, que para romper com um ensino puramente baseado nos livros e em resolução de exercícios, privilegiam os processos científicos aos conteúdos. A pouca atenção aos conteúdos fundamenta-se na crença de que estes carecem de importância frente ao método. Nesta perspectiva, a realização dos experimentos pode proporcionar ao aluno acidentalmente, o domínio do conteúdo. Tal proposta se fundamenta como assinala Ausubel (1978), “na ingênua premissa de que a solução autônoma de problemas ocorre necessariamente com base nos raciocínios indutivos a partir de dados empíricos”. A imaginação, a criatividade, os riscos, ficam excluídos, já que a ciência de acordo com esta visão é considerada como uma busca objetiva, metódica, insensível.

A partir do contato que pesquisadores de ensino começaram a manter com obras de autores denominados construtivistas, como Piaget, Vigotski, Luria, Leontiev e Wallon, a superação de modelos de ensino como os descritos acima, começou a se mostrar em prática, embora, se apresente por muitas ocasiões, teórica e apenas discursiva (Castelo Branco, 1991). O enfoque passivo e estático que fazia com que professores encarassem seus alunos como receptores de informação ou descobridores autônomos de conceitos científicos, é substituído numa abordagem construtivista de ensino, por aspectos de inclusão pessoal, inter-relações, transcendência e pela idéia do professor como facilitador da aprendizagem. A perspectiva de um professor facilitador da aprendizagem está centrada no estudante mediante análises e ampliações de seus conhecimentos, exigindo desta forma, por parte dos docentes, a consideração das idéias dos discentes a fim de atuar sobre estas. Como indica Duschl, (1995 ) “trabalhando a partir das características das idéias dos estudantes, os professores se encontram em uma melhor posição

para diagnosticar tanto as estruturas de conhecimento como as estratégias de raciocínio de seus alunos.”

Para Pozo (op. cit.), tais alterações na compreensão do fenômeno educativo, representam ações de centrar-se no significado do conteúdo, bem como organizações do pensamento sobre a estrutura subjacente de tarefas que visem contribuir de maneira significativa à aprendizagem. Essas mudanças requerem modificações nos enfoques sobre o planejamento de ações de ensino. Nesta perspectiva, a dinâmica das ações de ensino deve ser planejada de maneira tal, que os docentes possam receber informações sobre a aprendizagem dos estudantes que por sua vez, possam ser utilizadas para determinar as futuras etapas de ensino. Sob este contexto, o conhecimento prévio dos alunos passa de insignificante para fundamental, sendo que nele reside o referencial principal das atividades de ensino que deverão ser elaboradas, estruturadas e direcionadas pelo professor.

De acordo com Duschl, (op. cit.) existem, a saber, três aspectos relacionados ao aprendizado, à construção e ao desenvolvimento do conhecimento científico. São eles: “A mudança do papel do professor de transmissor para facilitador, a alteração fundamental na perspectiva sobre a condução das aulas, isto é, a modificação da visão centrada unicamente em controles comportamentais, para a de condução de idéias e formas de raciocínio, e a adoção de práticas que permitam aos professores a utilização de estratégias de avaliação que desenvolvam as habilidades dos estudantes com respeito aos objetivos sociais, cognitivos e epistemológicos bem como das dinâmicas de aprender e praticar ciência”.

Como sugere Duschl e Gitomer, (1991), “as ações, as práticas, os produtos e os discursos em aula, podem apresentar informações de avaliação sobre os campos epistemológicos, cognitivos e sociais das quais necessitam os professores para a facilitação da aprendizagem de conteúdos científicos. Esses três aspectos devem coexistir desde que se pretenda um compromisso com um ensino de ciência significativo”.

Portanto, de acordo com esta abordagem, um contexto eficaz para aprender Ciências é aquele que oferece aos professores a oportunidade de: receber informações por parte dos estudantes sobre os três campos de avaliação (epistemológicos, cognitivos e sociais), reconhecer as informações que devem ser consideradas para avaliar os níveis de habilidades alcançadas pelos alunos nestas três áreas, utilizar as informações para facilitar o *feedback* aos alunos (Duschl e Gitomer, op. cit.), e que, além disso, ofereça aos aprendizes o tempo necessário para um equilíbrio entre o esforço designado à habilidade para a exploração, e o esforço dedicado à habilidade de argumentação (Kuhn, 1993).

Estes aspectos coincidem com a teoria de ensino de Glaser e Bassok (1989), que afirmam existir três componentes essenciais de uma teoria educativa.

1- Descrição das competências, conhecimentos e habilidades que se deseja que os aprendizes adquiram;

2- Análise do estado inicial do conhecimento e habilidade do estudante;

3- Avaliação das implicações do processo de aprendizagem, ou seja, a transição do estado inicial ao estado desejado que pode ser alcançado com atividades de ensino.

Dentro desse contexto, uma das realizações importantes para o aprendiz, é o domínio da habilidade de argumentação. A utilização de atividades de ensino que incentivem os estudantes a participarem da construção e avaliação de argumentos e explicações é um elemento primordial de um programa de estudos de ciências, e implica numa relação dialética entre as atividades sobre o que se conhece e as atividades sobre como se adquire tais conhecimentos (Duschl, 1995).

Portanto, uma prática de ensino de ciências de acordo com um modelo construtivista, deve procurar atingir os seguintes objetivos:

a) Levantar as idéias prévias dos alunos sobre os conceitos estudados, a fim de se elaborar atividades e estratégias de ensino;

b) Analisar criticamente as diferentes formas de percepção e interpretação por parte dos alunos, de experiências cotidianas acerca dos fenômenos estudados;

c) Considerar as idéias que historicamente se constituíram como uma barreira para a construção dos conhecimentos científicos atuais;

d) Verificar até que ponto se tem conseguido modificar a compreensão dos conceitos trabalhados, ou seja, até que ponto as concepções dos alunos sofreram alterações.

De acordo com o exposto, fica claro que para um referencial construtivista, o conhecimento do aluno torna-se um elemento central no processo de ensino/aprendizagem. Por este motivo, apresenta-se na seqüência, uma breve análise acerca do referido tema.

Cabe ressaltar, entretanto, que o construtivismo de uma maneira isolada, não representa a solução aos problemas do ensino de ciências. Esta idéia ingênua pode conduzir ao perigo de um novo slogan superficial e ineficaz para a melhoria da aprendizagem. Como apontam Millar e Driver, (1987), “uma das maiores necessidades educativas atuais é a de romper com a idéia ingênua de que ensinar é fácil, questão de personalidade, de talento, de didática, basta encontrar a receita adequada para superar o ensino tradicional”. Pelo contrário, a renovação do ensino como indica Gil (1983) não pode ser uma questão de simples retoques, já que apresenta as características e dificuldades de uma “mudança de paradigma”.



## 2.2 - CONHECIMENTOS PRÉVIOS: UM NOVO PARADIGMA EDUCACIONAL

No contexto dos conhecimentos prévios, erros conceituais ou concepções alternativas, um grande número de estudos em várias áreas do conhecimento foi realizado nas últimas três décadas (Eckstein e Shemesh, 1993). Dentre essas áreas do conhecimento, o número de estudos sobre concepções em mecânica ganha significativo destaque pela quantidade realizada (McDermott, 1984; Sebastiá, 1984). Contudo, também estudos sobre conceitos ou áreas do conhecimento como: calor (Macedo e Soussan, 1985), eletricidade (Varela, 1989), Óptica (De La Rosa et al, 1984; Viennot e Kaminsky, 1991), Biologia (Jiménez, 1987), Geologia (Granda, 1988), Química (Furió, 1986), podem ser encontrados.

Não obstante, como decorrência de tais estudos, houve uma variação na nomenclatura, bem como, uma melhor compreensão e interpretação dos referidos conhecimentos prévios. Termos como: “teorias ingênuas” (Caramazza et. al. 1981), “ciência das crianças” (Gilbert et. Al. 1982; Osborne e Wittrock 1983), “concepções alternativas” (Driver e Easley 1978), “representações” (Giordan 1985), entre outros, podem ser encontrados na literatura.

Resultante desses trabalhos apresenta-se a constatação da não convergência entre as visões dos estudantes e o pensamento científico atual. Pode-se interpretar como uma melhor compreensão do significado desses “conceitos pré-escolares”, o fato de que tais, não se constituem em simples equívocos momentâneos, mas revelam-se como idéias muito sérias e persistentes, afetando de forma similar a alunos de distintos países e níveis, incluindo uma porcentagem significativa de professores (Twigger, et. al. 1994).

Neste contexto, a abundância e a persistência das concepções alternativas nos mais variados campos científicos de acordo com o construtivismo, podem ser analisadas considerando-se basicamente dois pontos quase sempre, relacionados entre si:

a) A necessidade por parte dos estudantes de compreender o mundo ao seu redor, necessidade que produz análises e interações sensoriais e sociais, e que resultam no surgimento das concepções alternativas, isto é, tais concepções constituem idéias que os alunos já possuem previamente ao aprendizado escolar (Lochhead e Dufresne, 1989). Todas as pessoas adquirem representações sobre o mundo, que lhes permitem conhecer suas regularidades, tornando-o desta forma, mais previsível e compreensível. Desse modo, os alunos possuem um conhecimento implícito que lhes proporciona compreender e interpretar fenômenos observados, de maneira similar ao modo indutivo de fazê-lo (Dunbar, 1995).

Uma postura oposta a descrita, é a que sustenta Preece (1984), que para explicar a existência das concepções alternativas, defende a hipótese de que estas, não são frutos de experiências, mas sim, idéias inatas. Tal hipótese por sua vez, não leva em conta que as



concepções alternativas não são facilmente adquiridas, pelo contrário, são o resultado de um longo processo baseado em experiências cotidianas em um certo meio cultural.

b) As características do ensino tradicional, que põem em dúvida o fato de que a transmissão de conhecimento torne possível uma recepção significativa dos mesmos. Os alunos que estudaram ciências de acordo com um modelo de transmissão-recepção não só terminavam seus estudos sem saber resolver problemas e sem uma imagem correta do trabalho científico, como também a imensa maioria deles nem sequer atingiam a compreensão dos significados dos conceitos científicos mais básicos. Nesse sentido, Wheatley, (1991), aponta que não se pode, como pretendia o ensino tradicional, “pôr idéias” nas cabeças dos estudantes tanto quanto se gostaria.

Um outro enfoque dado pelo estudo das concepções alternativas é o da relação das concepções em mecânica com elementos da Física Aristotélica (Stinner, 1994). Idéias como: os corpos mais pesados caem mais rapidamente, ou de que sem ação de forças os corpos não se movem, mantém semelhanças com o referido paradigma. Como mostra Piaget (1970) as semelhanças entre as concepções alternativas sobre movimento e o paradigma aristotélico não podem ser acidentais, mas sim, fruto de uma mesma metodologia, consistente em concluir a partir de observações qualitativas não controladas, em extrapolar as evidências, aceitando-as acriticamente.

Entretanto, o paradigma aristotélico é, sem dúvida, mais elaborado e coerente que as concepções dos alunos, apesar de ambos se fundamentarem em “evidências de sentido comum” (Hashweh 1986). Como observa Peduzzi, (1996) apesar de salutar o estabelecimento de relações entre as concepções alternativas e alguns conceitos aristotélicos, é necessário não reduzir a criteriosa Física aristotélica, à visão de senso comum, muito menos elaborada devido ao seu não interesse investigativo, “pois ainda que não o seja matematicamente, a Física Aristotélica é uma teoria altamente elaborada, que transcende os fatos do senso comum que servem de base à sua elaboração (...) não é nem um prolongamento grosseiro e verbal do senso comum nem uma fantasia infantil mas sim uma teoria, isto é, uma doutrina que, partido, bem entendido, dos dados do senso comum, os submete a uma elaboração sistemática extremamente coerente e severa” (Koyré, 1986).

Aristóteles foi o primeiro a desenvolver sistematicamente formulações explícitas para concepções de senso comum sobre fenômenos físicos e organizá-las em um sistema conceitual coerente. “Ele, desse modo, preparou um caminho para uma crítica das concepções de senso comum, crítica esta, que contribuiu para o desenvolvimento da Física enquanto Ciência” (Halloun e Hestenes, 1985).

Dessa forma, a existência e permanência de concepções alternativas em alunos, não pode isoladamente justificar possíveis resultados negativos obtidos por um processo de ensino. Como aponta Bachelard (1938), “é uma surpresa que os professores de Ciências, em sua grande parte, não compreendam que não se compreenda”. Se a superação das visões de mundo, desde

Aristóteles até Galileu representou significativo obstáculo na história da Ciência, não deveria haver grandes surpresas em reconhecer que tal superação significa imensa barreira para os estudantes ainda hoje (Lemeignan e Weil-Barrais, 1994).

Não obstante, observa-se que para o caso do ensino tradicional, a crítica central que se estabelece não se refere exclusivamente à ineficácia que o referido modelo de ensino apresenta em modificar as concepções dos alunos, e sim, que este modelo de ensino as ignora.

Portanto, as concepções alternativas devem receber um tratamento de maior importância por parte dos professores, ou seja, devem ser consideradas como hipóteses alternativas sérias de um determinado fenômeno, e a partir disto, valorizadas em um processo de ensino-aprendizagem.

Na seqüência, apresentar-se-á uma análise acerca de uma metodologia de ensino/aprendizagem que procurou atentar para a importância das concepções dos alunos, mas que, contudo, direcionou sua meta de aprendizagem para um referencial um tanto quanto que radical, ou seja, na substituição das ditas concepções por outras mais convergentes às científicas. Como será discutido, tal meta, constituiu-se no principal foco de críticas da referida metodologia, e por consequência, representou a base para sua superação.



### 2.3- O MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL: DEFINIÇÕES E ANÁLISES

Uma significativa influência nos replanejamentos das atividades de ensino, exerceram as propostas que consideraram o aprendizado de Ciências como uma “mudança conceitual” (Posner et. al. 1982). Fundamentada no “paralelismo” entre o desenvolvimento conceitual de um sujeito e a evolução histórica dos conhecimentos científicos, tal modelo de ensino, a partir de meados de 1980, ganhou força entre educadores construtivistas.

Segundo tal proposta, uma aprendizagem de ciência com qualidade constitui-se em uma atividade racional semelhante à pesquisa científica e a mudança conceitual, objetivo final deste modelo de aprendizagem, pode ser interpretada equivalentemente como uma “mudança de paradigma” (Kuhn, 1971).

De acordo com esse modelo de ensino/aprendizagem, há a necessidade por parte dos estudantes de uma análise de seus próprios conceitos, a fim de que possam ser questionados e substituídos por novos, mediante sua ineficácia. Robin e Ohlson (1989) afirmam que as mudanças conceituais no ensino de ciências não podem ser compreendidas sem o conhecimento dos conteúdos e das estruturas das concepções alternativas, já que as mesmas são fundamentais para a construção de atividades de ensino.

Como já foi observado, a base epistemológica do referido modelo de ensino/aprendizagem fundamenta-se na Filosofia da Ciência contemporânea, visto que uma das principais questões da referida filosofia é compreender como as concepções científicas mudam sob o impacto das novas idéias e informações.

Existem, de acordo com abordagem recente da Filosofia da Ciência, duas fases distintas na mudança conceitual: o trabalho científico executado junto à concepção central que, por sua vez, organiza e orienta a pesquisa; e a modificação das concepções centrais. De acordo com a primeira fase da mudança conceitual, as concepções centrais definem problemas, indicam estratégias para resolvê-los e especificam critérios de escolhas de soluções. Kuhn, (op. cit.) denomina de “paradigmas” as concepções centrais e de “ciência normal”, a pesquisa em um determinado paradigma. Lakatos (1979) considera as concepções centrais dos cientistas como seu “núcleo firme teórico” e sugere que tais concepções gerem “programas de pesquisas”, destinados a aplicações e defesas do referido núcleo. Segundo esta abordagem, na hipótese da pesquisa tomar novas direções, o cientista adquirirá novas concepções e formas de interpretar o mundo, fato que, para Kuhn, (op. cit) caracteriza uma “revolução científica” e, para Lakatos (op. cit.), uma “mudança de programas de pesquisa”.

Os aspectos descritos acima caracterizam, por assim dizer, um “paralelismo” entre o modelo de ensino/aprendizagem aqui discutido e a mudança conceitual em Ciências. De acordo

com Posner et. al. (op. cit.), “existem exemplos análogos de mudança conceitual na aprendizagem de Ciências, já que em algumas ocasiões os estudantes se utilizam de conceitos próprios e correntes para o tratamento de um novo fenômeno”. Esta primeira fase da mudança conceitual na aprendizagem de Ciências é chamada por Posner et. al. (op. cit.) de “assimilação”.

Não obstante, com muita frequência, as concepções dos estudantes são inadequadas para, de maneira satisfatória, permitir a compreensão de novos fenômenos, o que obriga o aprendiz a substituir ou reorganizar seus conceitos centrais. Esta fase da mudança conceitual na aprendizagem de Ciências é denominada por Posner et. al. (op. cit.) como “acomodação”.

Neste contexto, Posner et. al. (op. cit.) identificam quatro condições para que ocorra a mudança conceitual:

1) Produção de insatisfação com os pré-conceitos existentes: de acordo com esta abordagem, é fundamental que um indivíduo tenha coletado um estoque de questões não resolvidas e tenha observado a incapacidade de suas concepções em resolvê-las.

2) A nova concepção deve ser inteligível: o indivíduo deve ser capaz de compreender como a experiência pode estar estruturada pela nova concepção, suficientemente para explorar as possibilidades inerentes a ela.

3) A nova concepção deve parecer inicialmente plausível, isto é, qualquer nova concepção adotada deve ao menos parecer ter capacidade para resolver os problemas gerados por suas predecessoras.

4) A nova concepção deve sugerir a possibilidade de um frutífero programa de pesquisa, que deve ter potencial para ser estendido, para explorar novas áreas de pesquisa.

Desta forma, como aponta Driver (1986), a seqüência de estratégias de uma atividade de ensino de Ciência que busque atingir mudanças conceituais nos alunos deveria incluir: identificação e conscientização das idéias que os alunos já possuem; questionamentos, por meio de contra exemplos, de tais idéias; introdução de novos conceitos pelo professor por apresentação ou por meio dos materiais didáticos; geração de oportunidades aos estudantes para o uso das novas idéias a fim de que adquiram confiança nas mesmas.

Portanto, o modelo de mudança conceitual, apesar de radical quanto a sua definição e objetivo, procurou centrar-se numa abordagem construtivista de ensino e, por conseqüência, nos seguintes referenciais: o que “existe na cabeça do aprendiz” tem importância; encontrar sentido supõe o estabelecimento de relações; quem aprende constrói, de maneira ativa, significados. Como será apresentado, a crítica efetuada à referida metodologia de ensino, refere-se principalmente ao seu objetivo, ou seja, o de provocar alterações radicais de pensamentos. Na seqüência, apresenta-se a referida crítica.

## **2.4 - DA PERSPECTIVA DE MUDANÇA CONCEITUAL PARA A DE REESTRUTURAÇÃO OU CRESCIMENTO CONCEITUAL**

Estudos recentes sobre o modelo de mudança conceitual questionam os aspectos de sua eficácia, estabelecendo críticas à sua metodologia, bem como, aos resultados finais a que se propõe atingir o referido modelo de ensino. O processo: “identificar os conhecimentos prévios, propor questionamentos que os confrontem, e através de sua ineficácia introduzir os modelos científicos”, pode de acordo com Mortimer (1995) produzir modificações conceituais, mas raramente alterações radicais de pensamento em seu uso mais amplo.

Para Hewson (1989) “as estratégias de ensino baseadas no modelo de mudança conceitual podem produzir a aquisição de conhecimentos científicos com mais eficácia que as estratégias de transmissão/recepção, contudo, em algumas ocasiões, a mudança conceitual obtida é mais aparente que real, pois após um certo tempo voltam a reaparecer algumas concepções que se julgavam superadas”.

Neste sentido, um aspecto fundamental a ser analisado sobre as críticas estabelecidas ao modelo de mudança conceitual, refere-se ao princípio sugerido por Monk (1995). Tal princípio consiste em assumir que as diversas concepções de um mesmo sujeito não são “entidades dispersas”, pelo contrário, elas se organizam e se estruturam em sistemas de alto nível de complexidade.

Os graus de estruturação das referidas concepções podem de acordo com Oliva, (2001) serem interpretados ao longo de um contínuo entre duas tendências. Seguindo esta abordagem, em um extremo dessas tendências, se encontrariam os defensores da hipótese de que o pensamento é algo heterogêneo, ou seja, que mantêm um comportamento fortemente dependente do conteúdo e do contexto. Em outro, se encontrariam os que opinam que a mente humana seria homogênea e consistente, sendo desta forma, possível a identificação de estruturas de conhecimento universais.

Todavia, uma postura menos radical é aquela defendida por Oliva (op. cit.), isto é, a de considerar um ponto médio entre esses dois extremos. Esta tendência conduziria a uma interpretação de que os alunos ao abordarem como exemplo, um problema relacionado ao movimento, o fariam utilizando argumentos causais mais ou menos articulados com argumentos intuitivos. Segundo o mesmo autor, as mudanças conceituais observadas junto a respostas pontuais, estariam relacionadas a uma reestruturação das “teorias implícitas” em que se fundamentam estas respostas.

Neste contexto, a partir das críticas apresentadas e da consideração do “paralelismo” estabelecido por Posner et. al. (op. cit.) entre a mudança conceitual em ensino e a mudança

conceitual em Ciências, alguns autores como (Gunstone et al., 1988; McDermott, 1991; Scott, 1993) chamam a atenção para a impossibilidade de mudanças conceituais radicais desassociadas de mudanças metodológicas. Como aponta Whitaker (1983) “as concepções alternativas em mecânica estão associadas à Física pré-newtoniana por uma metodologia caracterizada por ausência de dúvidas, e a não consideração de outras soluções para os fenômenos estudados”. Tal metodologia, objetiva a busca de respostas rápidas e seguras, baseadas apenas nas evidências dos sentidos e por tratamentos pontuais sem critérios de análises (Champagne et. Al. 1985).

Não obstante, entende-se que centrar o objetivo de ensino em mudanças conceituais radicais dos aprendizes, ao mesmo tempo em que é inviável, condena o referido ensino ao fracasso, pois, tal objetivo cria metas de aprendizagem fundamentadas na substituição de uma concepção, em geral considerada menos elaborada (concepções dos alunos), por outra, em geral considerada melhor elaborada (concepção científica), e tal substituição raramente ocorre.

Em uma nova abordagem, a idéia de mudança conceitual deveria ser compreendida como reestruturação ou crescimento conceitual (Silva e Latouff, 1996), visto que esta, comporta uma transformação de vários níveis, sendo estes relacionados aos esquemas causais dos indivíduos, bem como, aos esquemas gerais em que se fundamentam suas estruturas de pensamento. Como construção de conhecimento, o ensino deveria ser dirigido à evolução das idéias, e não à sua substituição (Oliva, op. cit.).

Assim, atividades de ensino de Ciências que pretendam manter coerência com os aspectos construtivistas discutidos deveriam como sugestão, exibir as seguintes características: Enfocar situações problemas suscetíveis de implicar aos alunos uma investigação dirigida; o trabalho em pequenos grupos; o intercâmbio entre esses pequenos grupos e a comunidade científica, que pode ser representada pelo professor, por textos, entre outros (Wheatley, 1991; Gil, 1992; Driver e Oldham 1986), além de não definir a meta de aprendizagem dos alunos em mudanças radicais de pensamentos, e sim, em crescimentos conceituais.

Em síntese, as críticas relacionadas às estratégias de ensino fundamentadas em mudanças conceituais, possuem dois eixos, a saber: o de centrar seus objetivos em modificações radicais das idéias dos aprendizes e o da seqüência descrita para atingir tais objetivos. Contudo, adotando por referencial alguns elementos do modelo de mudança conceitual como a valorização das idéias dos alunos, o questionamento de tais idéias e a reflexão acerca das mesmas, considera-se possível orientar a aprendizagem de Ciências como construção de conhecimento. Neste contexto, o tratamento dirigido de situações problemas abertas, pode resultar na elaboração de estratégias de ensino que superem os extremismos metodológicos verificados entre as práticas tradicionais e as práticas de aprendizagem por descobertas (Gil 1983; Millar e Driver 1987), bem como, apresentar resultados que mantenham coerência com aspectos de respeito aos conhecimentos prévios dos alunos, valorização de formulações de hipóteses, análises críticas dos fenômenos estudados, e de rompimento com concepções ingênuas de Ciências como a de que a mesma é imutável e “refletora da verdade”.

## **2.5-EXTREMOS RESULTANTES DA SUPERAÇÃO DO MODELO DE MUDANÇA CONCEITUAL**

As impossibilidades de substituição das concepções alternativas dos estudantes por modelos científicos conduzem a dois perigosos extremos como aponta Pozo, 1999:

1) A recuperação dos discursos relacionados às continuidades entre o conhecimento cotidiano e o científico.

De acordo com este ponto de vista, Pozo, (op. cit.) afirma que a Ciência seria uma continuação sofisticada da forma em que os indivíduos “resolvem” diariamente seus problemas. Nesta perspectiva, não existiriam muitas diferenças entre as formas de pensar de um aluno e de um cientista, já que a Ciência não seria nada mais que uma continuação natural à maneira em que os seres humanos exploram e controlam seu contexto. Aprender Ciência desta forma, consistiria em uma tarefa apenas acumulativa que requereria por sua vez, alguns ajustes.

2) O surgimento do risco de uma excessiva contextualização ou de um certo relativismo do conhecimento científico.

Nesse extremo a impossibilidade de substituição das concepções alternativas pelas científicas dever-se-ia ao fato de que estas, as concepções alternativas, seriam formas diferentes de conhecer, que coexistem de modo independente junto a idéias científicas, servindo por sua vez, para contextos distintos dos científicos (Oliva, 1999). O problema desta abordagem é a idéia de que se os modelos científicos somente são eficazes nas condições de trabalhos intelectuais, para que ensinar Ciência a alunos que em sua imensa maioria não serão cientistas?

Como aponta Pozo, (op. cit.), “deve-se procurar conciliar a necessária coexistência representacional entre as diversas formas científicas e intuitivas de conhecimento, com uma integração conceitual e hierárquica das mesmas, frente a uma diferenciação contextual entre os diversos níveis dessas formas de conhecimento”.

Ainda de acordo com o mesmo autor “é possível contrapor uma diferenciação representacional ou cognitiva entre modos de pensamento, baseada na integração hierárquica entre formas de conhecimento, de modo que as mais potentes sejam capazes de explicar as mais simples sem, contudo, as anular, visto que estas (as mais simples), continuam eficazes para assimilar, prever, controlar, muitas situações cotidianas de modo implícito, nas quais um modelo científico de forma explícita se mostraria mais ineficaz”.

Para Pozo (op. cit.), um dos grandes problemas do modelo de mudança conceitual refere-se a uma certa generalização e por conseqüência, uma certa má interpretação estabelecida entre três níveis distintos de mudança conceitual:



- Evolutiva: seriam as mudanças conceituais que surgem como consequência de desenvolvimentos cognitivos;
- Epistemológica: as mudanças conceituais próprias da história da ciência;
- Instrucional: as mudanças conceituais que são produto do ensino.

Segundo esta abordagem, as mudanças conceituais são distintas para os três casos descritos.

Como indica Pozo, (op. cit.) “durante muito tempo, por influência da obra piagetiana, tentou-se equivocadamente, comparar a mudança instrucional à mudança evolutiva” Como se processos de explicitação de idéias, evolutivos e instrucionais, tivessem o mesmo papel ou função nos níveis citados.

Por outro lado, como já foi abordado, tem ocorrido nas últimas décadas, um estabelecimento de certo “paralelismo” entre a mudança conceitual instrucional e a mudança conceitual epistemológica. Neste sentido, posições radicais que assumem que os processos de produção de conhecimento científico devem ser usados como critérios para o desenvolvimento de atividades de ensino/aprendizagem de Ciências conduzem a um conjunto de críticas que podem por sua vez, indicar novas perspectivas ao campo educativo.

De um certo modo, a aprendizagem de Ciências não pode se apoiar essencialmente em atividades de pesquisa como fazem os cientistas, já que as atividades de aprendizagem de Ciências de um aluno são praticadas e são processadas em um contexto diferente do contexto científico, e as funções do professor são muito diferentes das funções de um diretor de um projeto de pesquisa (Pozo e Gómez Crespo, 1998). Como indica Coll (1990) “os cenários escolares possuem uma estrutura social e cognitiva própria, não redutível aos cenários científicos ou às dificuldades geradas por uma pesquisa”.

De outro modo, se as atividades de ensino abordarem a Ciência como uma determinada forma de construir modelos que representam partes do mundo que se conhece, aprender e ensinar Ciências consistirá, em boa parte, em desenvolver, contrastar, e argumentar diferentes modelos para diferentes tarefas e problemas (Pozo e Gómez Crespo, op. cit.).

Portanto, assume-se neste trabalho que um ensino de Física baseado em discussões de modelos, pode ser compatível aos novos referenciais educacionais de construção de conhecimento, já que a prática discente não se resumiria de acordo com esta abordagem, em repetir as explicações do professor, mas sim em argumentar, rescrever fenômenos em função de suas próprias teorias que aos poucos deverão ser explicitadas, reestruturadas, sem a intenção de serem substituídas, mas com o intuito de buscar diferentes enfoques aos fenômenos estudados. No capítulo(3) será explicitado, com detalhes, o modelo educacional utilizado para fundamentar a elaboração das atividades de ensino de Física para alunos com deficiência visual, entretanto, adianta-se que o referido modelo contempla os novos referenciais educacionais de construção de conhecimento discutidos.

Em síntese, discutiu-se no presente capítulo, os seguintes temas: a necessidade da superação dos modelos de ensino/aprendizagem fundamentados na transmissão e/ou na descoberta autônoma de conhecimentos, a importância do erro do aprendiz no processo educativo, o modelo de mudança conceitual, e a superação do referido modelo. Objetivou-se por meio da discussão dos referidos temas, apresentar uma evolução histórica do ensino de Ciência enquanto campo de conhecimento, e também indicar a estrutura teórica sobre a qual fundamentaram-se as atividades de ensino de Física para alunos com deficiência visual. No próximo capítulo, será apresentada a referida fundamentação.



## **CAPÍTULO-3**

### **A ELABORAÇÃO DAS ATIVIDADES E DOS MATERIAIS DE APOIO**

*Este capítulo tem por objetivo apresentar as atividades elaboradas, o referencial educacional que norteou a elaboração das mesmas, bem como, os materiais de apoio utilizados durante o curso. Dessa forma, o presente capítulo possui um caráter inédito, visto que, representa a conclusão da primeira etapa que a presente pesquisa propôs cumprir, ou seja, a elaboração de atividades e materiais para o ensino de Física de alunos com deficiência visual.*



### 3.1- A ESTRUTURA DO CURSO: CONCEITO DE ACELERAÇÃO

Com a finalidade de contextualizar a apresentação da estrutura que norteou a elaboração das atividades de ensino de Física desenvolvidas para alunos com deficiência visual, se retomará parcialmente o problema central da presente pesquisa, juntamente com algumas considerações preliminares.

De acordo com o que já foi exposto anteriormente, o objetivo desse trabalho é avaliar atividades de ensino de Física desenvolvidas para alunos com deficiência visual. Para tal, foi elaborado um conjunto de cinco atividades de ensino do conceito “aceleração”, conjunto este que se constituiu em um curso que foi aplicado a um grupo de alunos com a referida deficiência.

O curso foi estruturado em cinco encontros (aulas). A dinâmica das aulas abordou a aceleração e a desaceleração de um objeto, tendo como pano de fundo dois fatores causadores do referido fenômeno, o atrito e a gravidade. A ordem de aplicação das atividades obedeceu ao seguinte critério: (a) a contextualização do fenômeno estudado; (b) o aprofundamento do fenômeno estudado; (c) a aplicação dos conceitos trabalhados em um problema aberto.

Depois de definido o referido critério, havia também a necessidade de se definir qual dos dois fatores influenciadores para a aceleração seria primeiro trabalhado, o atrito, ou a gravidade. Optou-se pelo atrito, pois se julgou que a atividade cujo objetivo era contextualizar esse conceito, seria mais adequada para ser a inicial, já que, possuía um fator de interação social melhor estruturado do que a atividade cujo objetivo era contextualizar o conceito gravitacional. Dessa forma, a seqüência de atividades ficou definida da seguinte maneira:

- 1) Vivência do atrito parte A: observação e contextualização do fenômeno.
- 2) Vivência do atrito parte B: o atrito e o conceito de desaceleração.
- 3) O estudo qualitativo da aceleração por meio de um plano inclinado.
- 4) Queda dos objetos: análises qualitativas e quantitativas.
- 5) Problemas abertos: posição de encontro.

Na seqüência, apresenta-se o modelo educativo que serviu de referência para a elaboração e condução de tais atividades. Este modelo, fundamentado no construtivismo, se apóia nos trabalhos de Wheatley (1991) e Peres et. al. (1999).



## **3.2-MODELO PEDAGÓGICO PARA A ELABORAÇÃO E CONDUÇÃO DAS ATIVIDADES, BEM COMO, PARA A AVALIAÇÃO DOS ALUNOS**

### **3.2.1-COMPONENTES PRÁTICOS E ELEMENTOS DE ESTRUTURA**

A elaboração das atividades de ensino de Física, apoiou-se em 3 componentes práticos: tarefas, grupos e debates (Wheatley, 1991). Essas atividades, todavia, possuem uma estrutura interna que se fundamenta em três elementos, denominados elementos de estrutura. São eles: (a) Interação com o objeto de estudo, (b) Resolução de problemas e (c) Confronto de modelos. (Peres et. al. 1999).

Tanto os componentes práticos, quanto os elementos de estrutura, objetivam permitir ao discente com deficiência visual:

#### **1) Condições de observar o fenômeno estudado**

Para tal, construíram-se equipamentos e dispositivos que permitem a alunos com deficiência visual, estabelecerem interações auditivas e táteis com o objeto de estudo.

#### **2) Condições para análises (qualitativas e quantitativas) das situações problemas**

Tendo em vista a sistematização de análises qualitativas e quantitativas dos fenômenos estudados por parte dos alunos com deficiência visual, dispôs-se aos mesmos, materiais que produzem interfaces sonoras e táteis com os dados coletados por meio dos equipamentos construídos, bem como, com textos e questões.

#### **3) Elaborar estratégias e hipóteses para a resolução dos problemas propostos, e confrontar as hipóteses elaboradas ao corpo de conhecimento que se dispõe**

A fim de que modelos explicativos para os fenômenos estudados sejam explicitados e submetidos a questionamentos, as atividades contemplam momentos de trabalhos em grupos e de debates.

O processo prático de condução das atividades obedece a seguinte sistemática: Inicialmente, apresenta-se aos alunos uma tarefa que se constitui na observação de um fenômeno e na reflexão de um problema relacionado a tal fenômeno (Interação com o objeto de estudo). Em seguida, os alunos em pequenos grupos, trabalham na realização destas tarefas (resolução de



problemas). Por fim, a classe toda se reúne para um debate, e os grupos de alunos apresentam para seus colegas e para o professor, as soluções que obtiveram para o problema que foi trabalhado (confronto de modelos) (Wheatley, op. cit.).

No contexto descrito, as ações docentes durante a condução das atividades podem ser apresentadas da seguinte maneira: Durante o trabalho em grupo, o professor deverá circular pelos grupos, atendendo aos alunos que necessitam de sua ajuda. No momento do debate, ele deverá coordenar o andamento do mesmo, intervindo e auxiliando sempre que necessário. Suas intervenções devem sempre buscar a síntese de idéias, a organização de modelos propostos pelos alunos, a coordenação de confrontos entre esses modelos, e a introdução dos modelos científicos, confrontando-os com os apresentados pelos alunos.

A estrutura da condução das atividades será apresentada com detalhes no tópico (3.3). Antes, contudo, será realizada uma análise crítica acerca do tema avaliação, e por meio de tal crítica, discriminar-se-á o posicionamento tomado neste trabalho sobre os critérios de avaliação da aprendizagem dos alunos. Observa-se que a referida avaliação da aprendizagem dos alunos encontra-se no capítulo (5).

### **3.2.2-AVALIAÇÃO, ANÁLISE CRÍTICA E POSICIONAMENTO**

Um outro referencial fundamental a ser definido em uma atividade de ensino de Física elaborada e aplicada junto a alunos com deficiência visual, refere-se a avaliação da aprendizagem dos discentes. Acerca desse tema, cabe a seguinte análise crítica:

Parece absolutamente necessário refletir sobre a questão da avaliação na perspectiva do ensino de Física de pessoas com deficiência visual, já que a mesma assume uma importância significativa em relação aos segmentos educativos e sociais. Enquanto instrumento ideológico, a avaliação pode servir a um determinado projeto e inviabilizar outros, determinar quais alunos permanecerão na escola, bem como, eliminar os que não correspondem aos valores de classe que a permeiam (Sordi, 1995). Não obstante, é indiscutível o reconhecimento por boa parte dos educadores da dificuldade das ações avaliativas no processo ensino-aprendizagem. Motivadas por conflitos provenientes de exigências discentes, bem como, de insatisfações docentes, tais dificuldades tornam-se acentuadas no indissociável contexto escolar e social. Através da avaliação, controles de saberes, ações, pensamentos, e progressos relativos a níveis educativos e profissionais são exercidos sem maiores críticas ou análises, assumindo por sua vez, um caráter subjetivo, despercebido, ou mesmo de justiça e normalidade.

Por outro lado, esquivando-se de suas responsabilidades próprias, a escola, verdadeiro palco de contradições, acaba sob a fundamentação de discursos de igualdade, impedindo que alguns indivíduos dêem continuidade aos seus estudos, atribuindo aos mesmos, a

responsabilidade de “seu fracasso”. Soares (1981) destaca que “oferecer oportunidades educacionais significa oferecer ensino, ocasião para que o indivíduo se eduque, mas não significa, nem semanticamente nem na práxis do sistema de ensino, oferecer condições para que o indivíduo se eduque”.

Neste contexto, a avaliação é, dentre os elementos que constituem o processo de ensino, aquele que melhor retrata uma concepção teórica de educação e que, por sua vez, melhor traduz uma concepção teórica de sociedade. A resistência por parte dos estudantes diante dos professores que vivem uma prática pedagógica democrática e libertadora pode ser compreendida pela relação descontextualizada e burocrática (Pietrocola e Pinheiro, 2000) que os mesmos acostumaram-se a estabelecer com conteúdos de ensino e procedimentos de avaliação. Como afirma Hextall (1976), “a avaliação que se processa é sobre homens e deixa entrever nossa concepção deles. Define hierarquicamente quem tem o poder de julgar uma pessoa ou um produto como superior ao outro. Define qual é o conhecimento e quem tem o direito de conhecer”.

Dessa forma, o sistema de avaliação preconizado acaba se constituindo em um instrumento de controle, tanto da qualidade do desempenho do aluno em nível cognitivo, quanto da qualidade de seu ajustamento às normas de convivência estabelecidas pela instituição (Sordi, op. cit.).

Neste sentido, a contextualização do ensino de Física de alunos com deficiência visual, nos limites atuais da prática avaliativa, reforça a crítica estabelecida. É possível constatar dentro de uma perspectiva quantitativa, a ausência de tais indivíduos no contexto escolar, bem como, dentro de uma perspectiva qualitativa, as dificuldades que aqueles poucos que participam de tal contexto, experimentam. Os atributos do fracasso desses indivíduos, ao mesmo tempo em que adquirem aspectos de satisfação, vedam por assim dizer, a necessária observação e utilização de novos instrumentos de avaliação, que por sua vez, não privilegie uma determinada camada de pessoas, mas, proporcione igualdades, e que além disso, represente instrumento de aprendizagem e não de seleção ou autoritarismo. Como observa Enguita (1989) “o registro global dos cadáveres que a escola deixa pelo caminho é espetacular, mas a ele se chega como resultado de um lento gotejar. O resultado final é a exclusão, mas a dispersão casuística reforça a idéia de que se trata de problemas individuais de que a escola não pode ser proclamada culpável”.

Não obstante, é necessário de acordo com Demo (1987) o estabelecimento de uma discussão em torno da qualidade formal e da qualidade política. “A primeira refere-se a instrumentos e a métodos, a segunda, a finalidades e a conteúdos”. Portanto, as críticas estabelecidas ao fenômeno avaliativo, conduzirão a análises e escolhas de instrumentos de avaliação de práticas educativas de Física, que proporcione ao mesmo tempo, a observação da qualidade do ensino praticado, o nivelamento das ações concretas desempenhadas por indivíduos com deficiência visual e por indivíduos que não apresentem tal deficiência no ambiente educativo, e a superação dos modelos de avaliação que contribuem apenas às desigualdades.

As pesquisas realizadas no campo educativo de acordo com Linn, (1987) não se consolidarão se alterações no âmbito da avaliação não forem efetuadas. Nesse sentido, se a avaliação continuar sendo caracterizada apenas por provas pontuais e terminais, pouco valerão as inovações de métodos, estratégias e objetivos pretendidos (Peres, 1999).

Os aspectos subjetivos que contextualizam as práticas avaliativas de Física de grande parte dos sistemas educacionais nos seus mais variados graus parecem apontar um caminho de críticas absolutamente necessárias à superação de tais práticas. O questionamento de atitudes preconceituosas como: a atribuição de níveis de dificuldades à um dado exercício através das características - sexo, disciplina, deficiências físicas ou sensoriais - dos alunos que o resolveram (Hoyat, 1962; Llopis e Llorens, 1983), ou o questionamento de aspectos subjetivos como a variação das notas à uma mesma prova dada por vários professores, ou de um mesmo professor a mesma prova, mas, após algum tempo, demonstra as falhas e as incertezas do instrumento avaliativo em discussão e aponta que o mesmo afeta o que se pretende medir (Spears, 1984).

As idéias de que somente uma pequena parcela dos alunos é capacitada para a compreensão dos conteúdos de ciências, e de que um professor que aprove a maioria de seus alunos com boas notas, não é um bom professor ou não é um professor sério também são bastante comuns e difundidas entre educadores. Desta forma, as críticas e superações de tais subjetividades que envolvem o fenômeno avaliativo, abrem oportunidade à implantação de novos instrumentos de avaliação, mais coerentes a uma proposta de construção de conhecimento, bem como, de inclusão social.

Não obstante, as características de uma avaliação que faça parte do processo ensino-aprendizagem, devem contemplar os aspectos formativos, diagnósticos, de crescimento do conhecimento do aluno ao longo de todo processo de ensino, superando desta forma, os aspectos de pontualidade e de classificação. Uma outra característica que deve possuir a avaliação enquanto instrumento atuante no processo ensino-aprendizagem é sua extensão aos aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais da aprendizagem de Física, por meio do rompimento de reduções com aquilo que permite medidas mais fáceis e rápidas do suposto conhecimento adquirido, ou seja, a memorização repetitiva dos conhecimentos teóricos e por conseqüência, sua aplicação igualmente repetitiva por meio de exercícios.

De acordo com Peres et. al. (op. cit.) “as características da avaliação para que se converta em um instrumento de aprendizagem”, passam pelos seguintes pontos: o professor deve considerar-se co-responsável pelos resultados obtidos por seus alunos; deve alterar seu foco de preocupações em relação aos aprendizes, ou seja, tirar o foco das preocupações das notas, e colocá-lo junto às preocupações de ajuda. Nessa perspectiva, os alunos deverão comparar suas produções com as de outros grupos de alunos, bem como, com os resultados científicos, resultados estes, que devem fazer parte das argumentações docentes.

Cabe ressaltar no contexto descrito, a importância que atividades em grupos e ações colaborativas adquirem (Linn, 1987). Neste sentido, superam-se as características de

individualidade, de radicalidade em relação às argumentações de certo e errado, de verdades absolutas, de autoritarismo e de classificações pontuais (Baird, 1986), embora estas, caracterizem em demasia a prática social vigente.

Por fim, um aspecto fundamental no contexto avaliativo a ser discutido, refere-se aos erros cometidos pelos alunos. O que se considera erro, na perspectiva de avaliação aqui discutida, não é, ou seja, quando um indivíduo apresenta algum tipo de produção de conhecimento, seja tal produção considerada correta ou não, está demonstrando como se encontram seus pensamentos sobre o assunto em questão naquele momento. Nessa perspectiva, em relação à avaliação, o que se considera fundamental é o seu objetivo, isto é, se avalia, em função de replanejamentos. Avaliar sobre esta óptica é possibilitar ao aluno, avanços.

Portanto, no contexto do aluno de Física, com deficiência visual, as alterações discutidas no âmbito da avaliação demonstram ser indispensáveis. A participação em pequenos grupos, a observação do professor de suas manifestações orais e/ou por meio de gestos, a utilização de anotações em braille ou em computadores para a elaboração de textos ou cálculos, a gravação de diálogos, a flexibilização das provas bem como seu posterior *feedback*, destacam-se nesta perspectiva. É no contexto avaliativo de pessoas com deficiência visual, que o ensino de Física, apresenta significativas lacunas e resistências, e é onde uma mudança de paradigma educacional tem a oportunidade de não se apresentar apenas discursiva.

Na seqüência, serão apresentadas com detalhes as etapas constitutivas das atividades.



### **3.3-ETAPAS CONSTITUTIVAS DAS ATIVIDADES**

Após apresentar o modelo pedagógico que norteou a elaboração das atividades, e realizar algumas reflexões acerca do tema avaliação, retoma-se neste tópico uma discussão mais específica acerca das atividades elaboradas, ou seja, discrimina-se com detalhes, atitudes docentes e discentes que poderão ser adotadas no decorrer da aplicação das mesmas.

O professor durante o momento de aplicação das atividades, deverá conduzi-las na direção de objetivos predeterminados. Suas ações seguirão a condução de cinco etapas descritas abaixo.

#### **Etapa I: Interação e observação do fenômeno**

Nesta etapa é apresentado pelo professor aos alunos, o problema central da atividade, e é concedido aos mesmos, um período de observação do fenômeno a ser estudado. Exemplo: Tateamento de objetos, de equipamentos, da estrutura constitutiva de determinado artefato, bem como, audição dos fenômenos sonoros.

Pretende-se que consciente do problema central da atividade, e por meio da interação e da observação do fenômeno, o aluno, inicie a elaboração de soluções à questão que a ele foi formulada. Como indicam Perez et. al. (1999), é fundamental que uma atividade de ensino de Física se preocupe em dar sentido à situação estudada, a fim de evitar que os alunos se vejam submergidos no tratamento de um fenômeno sem haver podido sequer formar acerca do mesmo, uma primeira idéia motivadora.

#### **Etapa II: Trabalhando em grupo**

Após observarem os fenômenos, os alunos, divididos em grupos, poderão discutir e propor soluções para o problema central da atividade.

Neste momento, o aprendiz terá a oportunidade de elaborar conceitos e emitir hipóteses acerca do fenômeno estudado, e desta forma, suas concepções prévias ou alternativas devem ser explicitadas, a fim de que sejam submetidas a questionamentos e postas em prova pelo grupo (Peres, et, al, 1999).

#### **Etapa III: O debate**

Esgotado o tempo reservado para as etapas I e II, os grupos, por meio de um debate aberto, se comunicarão acerca de suas soluções para o problema central da atividade.

Pretende-se que no decorrer da apresentação em grupo, alguns elementos de observação e solução do fenômeno ou da experiência sejam melhores precisados e discutidos. Dessa forma, será oportuna uma ocasião para que os grupos argumentem, peçam esclarecimentos, façam comentários, e proponham modelos para explicar o fenômeno estudado.

#### **Etapa IV: Mediação**

O modelo científico de explicação do fenômeno estudado será representado por um dos elementos de mediação do professor (elemento: III.IV), por textos, ou maquetes (ver tópico sobre definição das categorias de análise).

Pretende-se proporcionar nas etapas III e IV, um momento para que ocorra o intercâmbio de idéias, de experiências vividas, e de sugestões para novas soluções do referido fenômeno estudado (Santos, 1998). Assim, por meio do confronto entre os citados modelos e os científicos, podem surgir conflitos cognitivos entre concepções distintas tomadas todas como hipóteses, o que pode conduzir o indivíduo a reformulações conceituais (Perez et. al. op. cit.).

#### **Etapa V: Avaliação**

Centrado nas qualidades das falas e dos processos que os alunos irão apresentar e/ou serem submetidos, um momento denominado “avaliação” encerrará a atividade. Neste momento, será apresentada aos alunos uma questão aberta, relacionada com o tema da atividade, que poderá ser respondida por eles, oralmente ou em Braille.

De caráter diagnóstico e não classificatório, tal avaliação tem por objetivo observar se após a realização das etapas anteriores, as explicações dos alunos a questão que a eles foi colocada, aproximaram-se ou não das explicações científicas. Entretanto, os alunos estarão sendo avaliados durante todo o processo de condução das atividades. Suas opiniões durante o trabalho em grupo, suas explicações para os fenômenos estudados apresentadas durante os debates, serão consideradas referenciais de avaliação.

Não obstante, como os processos de aprendizagem são dinâmicos, entende-se que a avaliação da aprendizagem dos discentes participantes das atividades, não pode ser realizada com a obtenção de todos os pontos dos “caminhos cognitivos” percorridos pelos alunos, pois, tais processos podem ocorrer fora dos encontros em classe (Ludcke e André, 1986; Moreira, 1988). Contudo, como já foi mencionado, a avaliação da aprendizagem dos alunos levará em conta os processos desenvolvidos ao longo de uma determinada atividade, bem como, ao longo de todo curso.

Apresentar-se-á na seqüência, um dos materiais de apoio desenvolvidos e que foi utilizado durante a aplicação das atividades, ou seja, um Cd que contem textos falados, questões e um problema aberto.

### **3.4-A PRODUÇÃO DE UM CD: MATERIAL DE APOIO AUDITIVO**

Com a finalidade de que os alunos com deficiência visual pudessem observar os fenômenos estudados, analisar dados, bem como, terem acesso a textos e questões, elaboraram-se ou adaptaram-se materiais de apoio que foram utilizados durante a realização das atividades. Aqui será apresentada a descrição de um desses materiais, ou seja, um CD (material de apoio auditivo) que contem textos e problemas falados, além de um evento sonoro. A apresentação dos outros materiais produzidos se dará por ocasião da apresentação das atividades, visto que, com exceção do CD, todos os outros materiais faziam parte de uma determinada atividade, enquanto que o CD, era parte do curso completo.

Em outras palavras, como todas as atividades possuíam problemas centrais e problemas finais, três delas possuíam textos de apoio, e uma um problema representado por um evento, concluiu-se que a disposição dos referidos problemas, textos e evento em formato auditivo, poderiam apoiar não só os alunos com deficiência visual, mas também o professor, pois o tornaria autônomo ao que se refere a utilização desses elementos durante a condução das atividades.

Assim, com o objetivo de possuir um material didático de física com as seguintes características: (1) Ser inovador no sentido de disponibilizar textos, questões, eventos, no formato de áudio; (2) Ser de fácil utilização em sala de aula por alunos com deficiência visual e por professores; (3) Ser de fácil utilização por alunos com deficiência visual em momentos fora da sala de aula; elaborou-se um CD denominado: “O ensino de física no contexto da deficiência visual” como um dos materiais didáticos para alunos com deficiência visual, e utilizou-se o referido CD durante a aplicação das atividades.

Obs) O referido CD encontra-se em anexo ao final da presente tese de doutorado.

Este CD contem três textos falados: “Entre tapas e beijos” (Atividade-1), “Texto sobre o atrito” (Atividade-2), e o texto “Gravidade” (Atividade-3), além de possuir a gravação do problema central de cada atividade, das avaliações, e de um evento sonoro que representa por sua vez uma situação problema aberta (Atividade-5).

Dessa forma, após a elaboração dos textos, problemas e do planejamento do evento sonoro, fez-se contato com um estúdio de gravação e com um locutor, para a produção do referido evento e para a leitura dos já citados textos e problemas. Depois do término da aplicação das atividades, cada aluno participante das mesmas recebeu uma cópia desse material. Não se entregou o CD antes do término do curso, pois o contato prévio dos alunos com atividades que ainda não haviam sido trabalhadas, não fazia parte do planejamento de pesquisa.



Na seqüência serão apresentadas as cinco atividades que foram elaboradas e aplicadas junto a um grupo de alunos com deficiência visual. Juntamente com a apresentação das referidas atividades, serão discriminados os materiais que as constituem, e a maneira em que foram construídos ou adaptados.

### **3.5-MATERIAIS E ATIVIDADES DE ENSINO DE FÍSICA PARA ALUNOS COM DEFICIÊNCIA VISUAL**

No presente tópico serão apresentadas as cinco atividades de ensino de Física desenvolvidas e aplicadas a um grupo de alunos com deficiência visual. Em conjunto com as atividades, também são apresentados os materiais desenvolvidos e que faziam parte de cada atividade específica.

#### **3.5.1-ATIVIDADE (1): VIVÊNCIA DO ATRITO: PARTE A: OBSERVAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO FENÔMENO**

##### **Objetivo**

Proporcionar oportunidades para que alunos com deficiência visual reconheçam por meio do referencial do atrito, diferentes objetos e superfícies, a fim de contextualizar o estudo do referido fenômeno.

##### **Materiais a serem utilizados**

a) Bichos de pelúcia, tapetes, carpetes, diferentes tipos de toalhas plásticas e os seguintes tecidos: veludo, tecido felpudo e flanela. Cada material citado acima foi cortado em um tamanho aproximado de 0,5m de comprimento por 0,5m de largura.

b) Lixas e palha de aço.

##### **Procedimentos**

##### **I. Interação e observação do fenômeno**

Deixar os alunos tocarem os vários tipos de objetos, bem como, esfregarem um objeto ao outro. Dessa forma, eles poderão perceber tatilmente o quanto esses objetos são lisos, macios, ásperos, e as diferentes interações provenientes dos contatos entre os diversos tipos de materiais.

Pretende-se com este procedimento, contextualizar o tema “atrito” afim de que situações da vida cotidiana desses alunos relacionadas ao referido tema venham a tona e sejam discutidas.

## **II. Trabalhando em grupo**

a) Solicitar aos alunos para que em grupo discutam as diferenças e semelhanças observadas tatilmente entre os objetos, e entre as interações provenientes dos contatos desses objetos.

b) Solicitar aos alunos para que em grupo discutam situações de seus cotidianos onde estejam presentes questões relacionadas com as características observadas, ou seja, com o atrito.

c) Solicitar aos alunos para que em grupo discutam situações onde o atrito pode ser encarado como necessário ou desnecessário.

Neste momento da atividade, o professor estará atendendo os grupos no sentido de prestar-lhes auxílio quanto ao esclarecimento de possíveis dúvidas e quanto ao direcionamento das discussões propostas.

## **III. O debate**

Após os alunos terem discutido em grupo as questões sugeridas acima, solicitar para que cada grupo exponha ao restante dos alunos, suas conclusões. Tal exposição deverá estar aberta à discussão ou intervenção de outros alunos do grupo ou fora do grupo.

## **IV. Mediação do professor**

Apresentar por meio de um toca CD e discutir com os alunos o texto abaixo.

### **Entre tapas e beijos**

*“Na Física, a idéia de contato está relacionada à interação que surge quando objetos se tocam. Podemos entender essa idéia se pensarmos em nosso próprio corpo. Ele está equipado para sentir estas interações, que podem se manifestar sob as mais diferentes formas, produzindo uma grande variedade de sensações em nossa pele. Uma boa bofetada, por exemplo, corresponde a uma interação entre a mão de quem bate e a face de quem recebe, assim como um carinho. Do ponto de vista da Física essas duas interações são de mesma natureza. Uma diferença básica entre elas é a intensidade da força aplicada: um tapa, em geral, significa uma força muito mais intensa do que um carinho. Porém há outra diferença importante entre o tapa e o carinho: a direção da força aplicada. Em um tapa, a força é na direção perpendicular à face da vítima e no*

*carinho, em geral, essa força ocorre numa direção paralela à pele. Essa distinção também ocorre em outras situações em que existe o contato entre os objetos. Em batidas, chutes, pancadas, beijos, espetadas, ou mesmo simplesmente quando um objeto se apóia sobre outro, temos forças que agem na direção perpendicular ou normal à superfície dos objetos e por isso são denominadas forças normais. Em outros casos, a força aparece na direção paralela à superfície. É o que ocorre em situações como arranhões, raspadas, esfregadas, deslizamentos, etc. Em geral, essas forças recebem o nome de forças de atrito. Portanto, os efeitos das forças de contato entre objetos dependem da maneira como são aplicadas, paralela ou perpendicular à superfície. Mas não é só isso que influi. Também são importantes: a intensidade da força, as características dos objetos e de suas superfícies, e o tempo em que eles permanecem em contato” (Copelli, et. Al. 1998).*

### **3.5.2-ATIVIDADE (2): VIVÊNCIA DO ATRITO: PARTE B: O ATRITO E O CONCEITO DE DESACELERAÇÃO**

#### **Problema central da atividade**

Quais são os principais fatores que influenciam o movimento do bloco? O “peso” do objeto é importante? Seu formato é importante? Ambos são importantes? Como podemos descobrir?

#### **Objetivos**

a) Compreender o atrito como resultado do contato e do deslizamento de uma superfície sobre outra.

b) Observar tatilmente o comportamento do movimento de blocos de madeira sobre superfícies de diferentes polimentos (o conceito de desaceleração).

#### **Materiais a serem utilizados**

1) Três superfícies, sendo uma áspera como uma lixa, outra bem lisa, e uma outra com um polimento intermediário.

2) Blocos de madeira em formato de paralelepípedo, de mesmas superfícies, e diferentes massas.

Obs) As massas dos blocos eram aproximadamente de: 100g, 300g, e 500g.

3) Uma maquete contendo:

a) Uma superfície muito enrugada para representar macroscopicamente o atrito.

b) Um objeto enrugado.

Obs) Tanto a superfície quanto o objeto, devem permitir ao aluno com deficiência visual observar com o tato suas saliências.

4) Uma maquete contendo:

a) Um pedaço de um cabo de vassoura de 30cm de comprimento, fixo perpendicularmente a uma pequena tábua de 30cm de comprimento por 20cm de largura. Com este objeto, pretende-se representar uma reta normal a uma superfície.

b) Três pedaços de madeira de 5cm de largura por 15cm de comprimento, fixos paralelamente a uma pequena tabua de 30cm de comprimento por 20cm de largura. Pretende-se com este objeto, representar retas paralelas.

Este material objetiva contribuir para a construção dos conceitos de força normal e de força de atrito, visto que, utiliza-se de um referencial tátil para a observação de retas dispostas perpendicularmente e paralelamente.

## **Procedimentos**

### **I. Interação e observação do fenômeno**

Empurrar os diferentes blocos de madeira, em diferentes posições sobre as superfícies lisas e ásperas, e observar tatilmente o que ocorre com o movimento desses blocos nas diferentes superfícies.

### **II. Trabalhando em grupo**

Em grupo, explique:

a) Que ações podem ser realizadas sobre os blocos de madeira para movê-los? A massa do bloco é importante? Seu formato é importante? Ambos são importantes? Como podemos descobrir?

b) Qual é a relação entre as diferenças na massa dos objetos e as diferenças em sua mobilidade?

### **III. O debate**

Proporcionar um debate entre os grupos, para que os mesmos possam apresentar suas conclusões sobre o fenômeno observado. Durante este debate, o professor poderá apresentar os

argumentos científicos sobre o tema em questão, funcionando dessa forma, como mais um grupo participante da discussão.

#### **IV. Mediação do professor**

O professor poderá apresentar os argumentos científicos utilizando-se da maquete do atrito, e do texto abaixo previamente gravado.

#### **Texto sobre o atrito**

*Para iniciarmos o movimento de um bloco que está apoiado sobre uma superfície, sentimos uma certa resistência. Geralmente, assim que o movimento do bloco se inicia, essa resistência diminui. Isto ocorre, pois, quando fazemos a superfície de um corpo escorregar sobre a de outro, cada corpo exerce sobre o outro, uma força paralela às superfícies. Essa força é denominada Força de Atrito. A força de atrito sobre cada corpo tem sentido oposto ao seu movimento em relação ao outro corpo, e dessa forma, as forças de atrito se opõe ao movimento, nunca o favorecem.*

*Em nosso dia a dia, o atrito exerce uma função fundamental. O movimento de um carro, por exemplo, só é possível porque existe uma força na direção e no sentido do movimento do mesmo. O processo é basicamente o seguinte: a queima do combustível no motor provoca o movimento de pistões que é transmitido para as rodas, e conseqüentemente para os pneus. Esses, através de uma força de contato empurram o chão para traz (ação) e o chão empurra o carro para frente (reação). Sem essa reação que também é uma força de contato ou de atrito, o carro não sairia do lugar e os pneus deslizariam sobre o asfalto. Se não houvesse o atrito, ou seja, se tudo fosse muito liso e escorregadio, caminhadas, corridas, passeios de carro, de ônibus etc., se tornariam quase que impraticáveis. Segurar um punção ou mesmo ler um texto em Braille seriam tarefas complexas.*

*A força de atrito entre um par qualquer de superfícies secas, não lubrificadas, obedece a duas leis empíricas:*

- 1) É aproximadamente independente da área de contato, dentro de amplos limites.*
- 2) É proporcional à força normal.*

*Vamos tentar entender a força normal analisando um caixote cheio de areia sobre uma mesa. O caixote, sob a ação da gravidade, (Força Peso) é comprimido contra a*

*superfície da mesa, Que reage com uma força igual em intensidade, mas em sentido contrário, denominada força normal. Assim, a força normal é uma força perpendicular à superfície de apoio, exercida por esta ao objeto.*

*Do ponto de vista macroscópico, a área real de contato entre dois objetos é muito pequena, limitando-se a alguns pontos. Sendo assim, a pressão nesses pontos é bastante grande, o que provoca a união dessas pequenas regiões. Na maquete do atrito representamos em detalhe a área de contato entre um caixote e uma mesa. Observe que o contato ocorre apenas em pequenas regiões da base do caixote. O atrito surge da necessidade de quebrar essas uniões quando se tenta fazer um objeto deslizar sobre outro. Iniciado o deslizamento, as uniões já existentes são quebradas e outras são formadas.*

*O que diferencia uma determinada superfície de outra, é a natureza dessa superfície, bem como, sua condição de polimento e de lubrificação. Entretanto, como representado na maquete, ao nível atômico, mesmo a superfície mais cuidadosamente polida está longe de ser plana. Portanto, O atrito depende da natureza, do grau de polimento dos materiais que formam os objetos, e da lubrificação entre eles. Se as superfícies de contato forem polidas e lubrificadas, a intensidade dos contatos nas uniões será menor, diminuindo a força de atrito. Dessa forma, para atenuar os efeitos do atrito costuma-se colocar lubrificantes entre as duas superfícies, pois, os óleos diminuem os números de uniões entre as mesmas (Resnick e Halliday, 1984 e Gonçalves e Toscano, 1997).*

#### **IV. Avaliação**

**Responda:** Como uma pessoa, em repouso sobre a superfície gelada e muito lisa de um lago, poderia alcançar a margem?

### **3.5.3-ATIVIDADE (3): O ESTUDO QUALITATIVO DA ACELERAÇÃO POR MEIO DE UM PLANO INCLINADO**

#### **Problema central da atividade**

Explique a variação do intervalo de tempo dos sinais emitidos pela sirene durante a subida e durante a descida do carrinho no plano inclinado.

## **Objetivo**

A construção do conceito de aceleração da gravidade por meio da observação auditiva da variação da velocidade de um carrinho que se move sobre um plano inclinado.

## **Materiais a serem utilizados**

a) Carrinho com rodinhas. Aqui se adaptou um carrinho de brinquedo que imita um carro de bombeiros, de tal forma que o circuito elétrico constituído pela sirene do carrinho e as baterias, fica aberto com os fios de ligação expostos do lado de fora desse objeto móvel. Dessa forma, durante a descida do plano inclinado, a sirene do carrinho emitirá um som quando os fios de ligação tocarem a parte condutora do plano inclinado (papel alumínio), e deixará de emitir som quando os fios condutores tocarem a parte isolante do referido plano (madeira).

b) Superfície de madeira de 2,0m de comprimento por 15cm de largura.

c) Fitas de papel alumínio de aproximadamente 15cm de comprimento por 1cm de largura.

d) Sirene do carrinho.

e) Alguns ímãs.

f) Objetos que sejam sensíveis à atração magnética.

## **Montagem do artefato: plano inclinado com interface sonora**

Neste artefato, a superfície do plano inclinado deve variar espaços condutores (fitas de papel alumínio), e espaços isolantes (madeira). A dimensão dos espaços deve ser a mesma, ou seja, 19cm de superfície isolante seguido de 1cm de superfície condutora. De acordo com as medidas dispostas, haverá aproximadamente 10 espaços isolantes e 10 espaços condutores. Um carrinho, trazendo uma sirene conectada a um circuito aberto contendo dois fios condutores e duas baterias de 1,5V devem se mover sobre o plano inclinado. As duas pontas dos fios condutores devem estar do lado de fora do carrinho, em contato com o plano inclinado. Dessa forma, quando os fios estiverem em contato com a parte condutora do plano inclinado, o circuito se fechará e a sirene emitirá um som, e quando os fios tocarem a parte isolante do plano inclinado, o circuito se abrirá e o som não será emitido.

## **Procedimentos**

### **I. Interação e observação do fenômeno**



a) Com um impulso dado pelas mãos, fazer com que o carrinho suba o plano inclinado. O aluno poderá observar auditivamente a diminuição da velocidade do carrinho, por meio do aumento do intervalo de tempo entre um sinal e outro da sirene.

b) Deixar o carrinho descer o plano inclinado. O aluno poderá observar auditivamente o aumento da velocidade do carrinho, por meio da diminuição do intervalo de tempo entre um sinal e outro da sirene.

c) Com o apoio de blocos de madeira, o ângulo do plano inclinado poderá ser variado e dessa forma, o aluno poderá fazer outras comparações entre os intervalos de tempo de emissão do som da sirene, e a variação da velocidade do carrinho.

## **II. Trabalhando em grupo**

Em grupo, solicitar aos alunos para que discutam e apresentem suas explicações para a variação do intervalo de tempo dos sinais emitidos pela sirene. Cada grupo deverá chegar a uma conclusão sobre o fenômeno observado.

## **III. O debate**

Proporcionar um debate entre os grupos, para que os mesmos possam apresentar suas conclusões sobre o fenômeno observado. Durante este debate, o professor poderá apresentar os argumentos científicos sobre o tema em questão, funcionando dessa forma, como mais um grupo participante da discussão.

## **IV. Mediação do professor**

1) Tendo em vista o problema central dessa atividade, ficar atento às explicações dos alunos, no sentido dos mesmos se utilizarem de termos como aceleração, desaceleração, velocidade, força, gravidade etc.

2) Por meio do diálogo com os alunos durante o debate, procurar compreender qual o significado utilizado por eles para esses termos.

3) Trabalhar com os conceitos de aceleração e desaceleração, por meio das relações entre as observações sonoras feitas pelos alunos, e as variações da velocidade do carrinho.

4) Questionar o porque da variação do som observado.

5) Apresentar o conceito de gravidade utilizando-se de comparações com outro tipo de ação à distância como a magnética. Dispor aos alunos para observação tátil, ímãs e materiais que por ele são atraídos.

6) Apresentar aos alunos, a gravação do texto “Gravidade”.

## **Texto: Gravidade**

*Você é capaz de imaginar como seria viver sem peso? O que aconteceria se a gravidade deixasse de existir?*

*Se isto ocorresse, não haveria justificativa para que tudo aquilo que se encontra apoiado sobre a superfície da Terra permanecesse assim: nós, os automóveis, a água dos oceanos, a atmosfera, vagariamos pelo espaço.*

*E se a gravidade não desaparecesse, mas fosse apenas muito pequena, que alterações ocorreriam na nossa forma de viver?*

*Andar por exemplo, seria bem diferente, pois o tempo necessário para erguer o pé e fazê-lo retornar ao solo seria bem maior. Além disso, o atrito entre o pé e o chão seria menor, o que dificultaria nossos movimentos. Escutar os sons também seria diferente, porque em um lugar de pequena gravidade, não há atmosfera, e o som precisa de meio material para se propagar. Portanto, as ondas sonoras utilizariam como meio o nosso próprio corpo e o solo.*

*Estamos tão acostumados à gravidade terrestre que esquecemos como ela influencia nossa forma de viver. Podemos pensar numa situação aqui na Terra, nada agradável, mas equivalente a uma situação de “aparente ausência de peso”. Imagine-se dentro de um elevador, cujo cabo se rompe e o sistema de segurança não funciona. O elevador despenca. O que ocorreria com o peso dos passageiros? O elevador cai devido à gravidade, as pessoas perdem contato com o piso, “flutuam” e têm a sensação de “ausência de peso”. Todos caem simultaneamente e não há como medir o peso das pessoas ou dos objetos dentro do elevador. Quando uma balança cai em queda livre, é impossível medir o peso de qualquer objeto que se coloque sobre ela, porque ele não pressiona a balança. Embora exista o peso do objeto, a balança não consegue medi-lo. Dessa forma, só não haveria peso se existisse um local onde não houvesse gravidade.*

*As situações em que há uma aparente “ausência de peso” chamam-se estado de imponderabilidade. Se uma pessoa estiver em estado de imponderabilidade, poderá facilmente carregar um caminhão. Em compensação, registrar anotações não é nada fácil, uma vez que ocorre também ausência de contato para apoio e, portanto, de atrito. Tente imaginar como seria difícil abrir a gaveta de um armário sem apoio e sem atrito.*

*Fisiologicamente, algumas alterações também ocorrem no estado de imponderabilidade. Fica mais fácil ao coração bombear o sangue para todas as regiões do corpo; a pressão para baixo, sobre a coluna vertical, deixa de existir. Aliás, o “para cima” e o “para baixo” perdem completamente o significado, pois também deixa de existir uma direção privilegiada (Adaptado de Gonçalves e Toscano, 1997).*

## **IV. Avaliação**

### **Responda**

Por que os objetos caem?

### **3.5.4-ATIVIDADE (4): QUEDA DOS OBJETOS**

#### **Objetivos**

Tendo em vista a construção do conceito de aceleração da gravidade, viabilizar ao aluno com deficiência visual, a observação auditiva e tátil da queda de um objeto, bem como, a análise quantitativa desse movimento por meio do cálculo da velocidade média e da aceleração.

#### **Materiais a serem utilizados**

- a) Tubo de PVC de 1,8 m de altura com 102 mm de diâmetro interno.
- b) Sensores magnéticos para alarme.
- c) Um disco metálico e um imã.
- d) Chapa dobrada.
- e) Bobina, oscilador e potenciômetro.
- f) Rolo de fita de papel para marcador de tempo.

Obs) Utilizou-se um pedaço de fita de papel de aproximadamente 2,0m de comprimento com marcações em alto relevo de 1cm. Essas marcações, feitas ao longo de toda fita, têm por objetivo, proporcionar ao aluno com deficiência visual as condições para que o mesmo obtenha as distâncias entre os pontos marcados na fita de papel pelo marcador de tempo. Um outro aspecto a ser ressaltado, refere-se à utilização da fita de papel solta e não em forma de rolo. A disposição da fita de papel da maneira citada acima se mostrou mais eficaz, já que, a utilização da mesma na forma de um rolo, fazia com que durante a queda do objeto, o papel se rompesse, coisa que não ocorreu com a fita solta.

- g) Um fio de Nylon de aproximadamente 3m de comprimento.

Obs) Esse fio tem por objetivo retirar o disco de dentro do tubo após a queda do mesmo. Além disso, ele pode ser utilizado para controlar com as mãos a velocidade de queda do disco, e para proporcionar uma percepção tátil da atração gravitacional.

## **Montagem do artefato: Interface sonora para queda dos objetos**

Para a realização desta atividade, desenvolveu-se com o auxílio de um aluno de graduação em Licenciatura em Física da UNICAMP, um equipamento que permite por parte de uma pessoa com deficiência visual, a observação auditiva do fenômeno da queda de um objeto.

Obs) Este equipamento ganhou do Instituto de Física da UNICAMP, o prêmio de melhor trabalho do ano de 2002.

Trata-se de um tubo de PVC de 1,80 m de altura com 102 mm de diâmetro interno. O referido tubo foi perfurado a cada 15 cm, e nesses furos, foram colocados sensores magnéticos para alarme. Quando abandonado da extremidade do tubo, um disco desliza dentro do mesmo com um ímã e ao passar pelos sensores, o ímã ativa o alarme. No topo do tubo, foi colocada uma chapa dobrada por onde o papel (fita para marcador de tempo) é alimentado e preso ao disco. No topo da estrutura fica a bobina com um oscilador e um potenciômetro que permitem ajustar a frequência mais adequada de impacto para a agulha que perfura o papel enquanto o disco cai dentro do tubo.

Com este equipamento um aluno com deficiência visual pode observar auditivamente a queda do objeto dentro do tubo por meio do som emitido pelo alarme, e por meio das marcas deixadas no papel, fazer análises quantitativas.

Obs) Como a agulha do marcador de tempo (vibrador) se mostrou ineficaz para perfurar a fita de papel durante a queda do disco dentro do tubo, foi acoplado à referida agulha, a carga de uma caneta. Dessa forma, a caneta marcava o papel durante a queda do disco. Ao terminar a queda do objeto, a fita, com o auxílio de uma pessoa vidente, foi marcada com uma agulha a cada cinco tiques (um Tique: intervalo de tempo entre dois contatos consecutivos da caneta com a fita de papel). Desse modo, proporcionou-se ao aluno com deficiência visual, um referencial tátil para a análise do movimento em questão.

## **Procedimentos**

Separar os alunos em grupos de no máximo três alunos. Cada grupo de alunos deverá realizar o experimento de deixar cair o objeto dentro do tubo, observando assim, de maneira auditiva, a queda do mesmo. Aqui existe um espaço para que o professor possa intervir com explicações acerca do fenômeno observado. Em seguida, os grupos com a posse da fita de papel, poderão seguir os passos descritos abaixo.

1) Escolher a unidade de tempo. Escolhida a unidade de tempo, 5 tiques por exemplo, os grupos deverão numerar a fita de papel com intervalos inteiros de unidade de tempo. Para tanto, o professor ou um colega vidente deverá reforçar com a ajuda de um instrumento pontiagudo, as marcas escolhidas e deixadas na fita de papel pelo marcador de tempo. Aqui existe uma outra

oportunidade de intervenção por parte do professor, já que, os alunos estarão observando por meio do tato, as marcas deixadas no papel pelo marcador de tempo.

Obs) Denominou-se a unidade de tempo “cinco tiques” de “décimo” para efeitos de nomenclatura, já que se julgou inconveniente para o aluno expressar escrita ou oralmente, um valor de velocidade em função da unidade de tempo “cinco tiques” (exemplo: 10cm por cinco tiques, ficaria 10cm por Décimo) Entretanto, a unidade de tempo “décimo”, não representa a décima parte do segundo ou um décimo de segundo, ela é uma unidade de tempo arbitrária.

2) Solicitar aos alunos para que com o auxílio das marcas de 1cm em relevo, meçam o comprimento de cada intervalo numerado na fita de papel. Os valores deverão ser anotados em Braille. Intervenção do professor: Esses comprimentos são iguais? Por que? A diferença entre cada intervalo consecutivo é constante? Qual é o significado físico desses comprimentos? As velocidades em cada intervalo têm o mesmo valor? Por que?

3) Calcular a variação da velocidade, subtraindo o valor da velocidade média num intervalo de tempo, pelo valor da velocidade média no intervalo anterior. Repetir este procedimento em vários intervalos e comparar os resultados. (intervenção do professor) A variação da velocidade foi constante?

4) Calcular a aceleração em cada intervalo, dividindo a variação da velocidade pelo intervalo de tempo correspondente a essa variação (cinco tiques o que se denominou “décimo”).

## **Avaliação**

### **Resposta**

Como seriam as marcas deixadas por um vibrador em uma fita de papel presa a um objeto que se move com velocidade constante?

## **3.5.5-ATIVIDADE (5): PROBLEMAS ABERTOS: POSIÇÃO DE ENCONTRO**

### **Objetivo**

Apresentar aos alunos, um problema aberto, de referencial observacional auditivo, cujas soluções, exigem a análise do fenômeno físico envolvido, a formulação de hipóteses, e a realização de várias tentativas e aproximações (Sánchez et al, 1995).

## **Materiais a serem utilizados**

- a) Rádio para tocar CD ou fita.
- b) A gravação da situação Problema (em CD ou fita cassete).

## **Situação problema aberta**

Um carro se aproxima de uma ferrovia. O motorista nota por meio do som do apito e das rodas do trem, o movimento do mesmo. Conseguirá o motorista do carro frear o veículo para que não haja colisão?

Aqui, gravou-se em primeiro lugar, o som do carro se movendo, em seguida, o som do trem apitando e se movendo, em seguida, novamente o som do carro, depois, outra vez o som do trem apitando e se movendo, e por fim, o som do carro e do trem simultaneamente.

## **Procedimentos**

- a) Separar os alunos em grupos, e apresentar-lhes a gravação da situação problema descrita.
- b) Proporcionar aos alunos um momento de reflexão e discussão sobre a questão do problema: “Conseguirá o motorista do carro frear o veículo para que não haja colisão?”
- c) Proporcionar um momento para o debate em grupo da situação problema em questão.

Concluída a apresentação dos materiais, das atividades e dos referenciais que nortearam a elaboração das mesmas, será discriminada na continuação deste trabalho, especificamente no capítulo (5) a análise da aplicação das cinco atividades em um grupo de alunos com deficiência visual. Antes, contudo, serão apresentadas no capítulo (4), a metodologia da presente pesquisa, a elaboração das categorias que foram utilizadas para a análise das referidas atividades, e as principais características dos alunos que participaram do curso aplicado.



## **CAPÍTULO 4**

### **METODOLOGIA, CRITÉRIOS PARA A ANÁLISE DOS DADOS, E OS SUJEITOS DA PESQUISA**

*Neste capítulo, abordamos inicialmente o referencial metodológico da presente pesquisa, descrevemos em seguida uma breve consideração acerca da análise de conteúdo, apresentamos as categorias que foram elaboradas para a realização da análise das atividades, e por fim, explicitamos as principais características dos sujeitos que participaram do curso.*





#### **4.1-METODOLOGIA DA PESQUISA: PESQUISA QUALITATIVA ORIENTADA POR UM CARÁTER QUASE-EXPERIMENTAL**

De acordo com Selltiz, et. al. (1987) a escolha do método de pesquisa é fundamental ao pesquisador, pois define a direção que a interpretação de suas observações acerca do fenômeno que estuda seguirá. Para esses autores, “cada método traça um caminho diferente e revela diferentes relações”. (...) “Cada método de pesquisa fornece uma perspectiva diferenciada do mundo social, e alguns aspectos do mundo social só podem ser atingidos com um método” (Selltiz et. Al. 1987, p.34).

Dessa forma, devido às características do objeto de estudo aqui apresentado, entende-se que a tendência metodológica conhecida como delineamento de pesquisa quase-experimental é a que melhor atende as necessidades dos procedimentos de observação do referido objeto. Na seqüência, serão apresentadas as características de um quase-experimento, e as situações convenientes à sua utilização.

Com a finalidade de compreender melhor do que se trata um quase-experimento, necessário se faz em primeiro lugar, compreender como se caracteriza um experimento. Segundo Selltiz, et al. (1987, p. 35), “Experimentos são planejados para responder a questões sobre causas e efeitos. Eles exigem que o experimentador exerça controle sobre o que ocorre e a quem ocorre.”(...) “Os experimentadores distribuem por processo de sorteio as pessoas ou outras unidades, tais como classes de alunos, em diferentes condições, aplicam a essas pessoas ou grupos sociais um determinado tratamento, e medem os efeitos desse tratamento”.

Não obstante, os quase-experimento são planejados para responder questões sobre causas e efeitos em situações em que os experimentos não podem ser realizados. Como indicam Selltiz, et al. (op. cit.p. 35) “um pesquisador que não possa distribuir por processo de sorteio as pessoas pelas condições, poderá planejar um delineamento quase-experimental para precisar se um determinado tratamento tem um certo efeito”.

Os processos de distribuição do sujeito que os quase-experimentos incluem, são processos de seleção que naturalmente ocorrem no mundo. Segundo Selltiz et al. (op. cit. p. 46) “eles possibilitam o estudo dos efeitos que tratamentos possuem sobre aquele segmento da população que também é o mais provável de escolher ou ser escolhido para o tratamento”. Portanto, para tratamentos como estes, não faz sentido descartar as tendências de seleção pessoal que existiriam naturalmente.

Como para a compreensão do problema educativo aqui apresentado são analisados os efeitos (aprendizagem dos alunos) de um tratamento pedagógico (aplicação de cinco atividades de ensino de Física), em um grupo de alunos com deficiência visual não distribuídos

aleatoriamente, a pesquisa exposta se caracteriza como sendo um delineamento quase-experimental. A análise dos efeitos observados devido ao tratamento utilizado se dará por meio de três categorias estruturais básicas, a saber:

A qualidade da observação do fenômeno estudado.

A qualidade das atitudes de compreensão em relação ao fenômeno estudado.

A mediação do professor.

Observa-se que as duas primeiras categorias de análise objetivam avaliar comportamentos apresentados pelos alunos, enquanto que a última, objetiva avaliar procedimentos de mediação adotados pelo professor durante a realização das atividades, bem como, os efeitos de tais procedimentos junto aos comportamentos de observação e de compreensão dos alunos. Dessa forma, as três categorias de análise descritas (ou unidades de contexto, Bardin1977) indicarão a qualidade da aprendizagem dos alunos em relação ao conteúdo trabalhado. A justificativa da definição das referidas categorias de análise será apresentada no tópico (4.2).

Dessa forma, além da abordagem metodológica utilizada se caracterizar como um modelo quase-experimental, é a qualidade do retorno motivacional e cognitivo fornecido pelos alunos durante o tratamento pedagógico a eles aplicado, que configura o aspecto qualitativo da análise dos dados obtidos na referida investigação.

De acordo com Bogdan e Biklen (1994), os estudos qualitativos apresentam algumas características das quais destacam-se as seguintes: (a) a pesquisa qualitativa tem o pesquisador como seu principal instrumento para a coleta dos dados; (b) os dados coletados são predominantemente descritivos; (c) a preocupação com o processo é muito maior do que com o produto.

Como apontam Morales e Moreno (1993): “os trabalhos qualitativos são marcados pela não manipulação de variáveis, pelo uso de procedimentos não padronizados tais como: entrevistas não sistematizadas ou coleta de dados em uma determinada realidade, pelo envolvimento do investigador na pesquisa, pelo não controle de variáveis estranhas ou pelo controle mínimo e pela não utilização de estatística”. Portanto, a abordagem qualitativa de pesquisa não compreende um exame de dados numéricos, e sim, a análise de informações coletadas durante o processo ou tratamento à que são submetidos os sujeitos (Morales e Moreno, op. cit.).

Assim, a observação da aprendizagem dos alunos com deficiência visual (efeito do tratamento) submetidos às atividades de ensino de Física (tratamento) se dará levando-se em conta todo o processo de aplicação das atividades, e não apenas comparações entre respostas provenientes de testes e pós-testes aplicados aos alunos.

Portanto, tendo em vista a obtenção de respostas para o problema de pesquisa aqui apresentado, a definição da estratégia para a resolução do mesmo, se fundamentou em um

método de pesquisa qualitativa orientada por um caráter quase-experimental a julgar pelo tratamento pedagógico (aplicação de atividades de ensino de Física) realizado junto a um grupo de alunos com deficiência visual (não definido por meio de sorteio) de uma instituição de ensino especial (Lar Escola Santa Luzia para Cegos). Tal estratégia pode ser sintetizada por meio de oito procedimentos básicos discriminados a seguir.

a) A elaboração de atividades de ensino de Física com determinadas características pedagógicas e sensoriais (ver capítulo-3).

b) A construção ou a adaptação de equipamentos e dispositivos que permitem estabelecer interações não visuais (ver capítulo-3).

c) A identificação de um grupo de alunos com deficiência visual.

d) A aplicação das referidas atividades a esse grupo de alunos.

e) O registro dos momentos de aplicação das atividades.

f) A transcrição na íntegra das atividades.

g) A análise dos registros por meio de critérios de análise de conteúdo (Bardin, 1977).

h) A avaliação da aprendizagem dos alunos levando-se em conta todo o processo de aplicação das atividades.

Como se pode notar a partir do exposto, as características metodológicas descritas foram bastante pertinentes para a coleta e análise dos dados. Devido ao fato de que as informações acerca do fenômeno educativo observado surgiram em um contexto dinâmico de relações, a coleta de informações por meio de gravações sonoras e visuais, bem como, anotações pós-aplicação das atividades feitas pelo pesquisador, revelou o caráter descritivo dos dados coletados, e se mostrou muito útil para sua análise.

A análise dos dados coletados possuiu um aspecto nitidamente qualitativo. Fundamentou-se nas qualidades das falas e dos processos que os alunos apresentaram e foram submetidos, e visou descobrir os núcleos de sentido que compõem as comunicações cuja presença significasse algo para o objetivo analítico visado (Ludke e André, 1986; Moreira, 1988). Os dados foram classificados em categorias que são de acordo com Bardin (1977), classes que reúnem um grupo de elementos sob um título genérico determinado em razão dos caracteres comum desses elementos. A seguir, será apresentada a definição de análise de conteúdo, e serão explicitados os critérios considerados para a análise dos dados coletados.



## 4.2-CATEGORIAS DE ANÁLISE

### 4.2.1-A ANÁLISE DE CONTEÚDO: DEFINIÇÃO E CRITÉRIOS PARA A REALIZAÇÃO DE UMA ANÁLISE CATEGORIAL

De acordo com Bardin, (1977, p. 37) a análise de conteúdo é: “um conjunto de técnicas de análise das comunicações que visa obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção destas mensagens”. Como aponta o mesmo autor (op. cit. P: 38), três etapas caracterizam sua realização. São elas: “(1) descrição: enumeração das características do texto, resumida após tratamento analítico; (2) inferência: operação lógica, pela qual se admite uma proposição em virtude da sua ligação com outras proposições já aceitas como verdadeiras”. A etapa (2) “inferência” permite a passagem, explícita e controlada, da etapa “descrição” para a etapa “interpretação” (op. cit).

Dessa forma, as iniciativas que a partir de um conjunto de técnicas consistam na explicitação e sistematização do conteúdo das mensagens e da expressão deste conteúdo, pertencem ao domínio da análise de conteúdo. A referida abordagem objetiva efetuar deduções lógicas e justificadas, referentes à origem das mensagens consideradas.

No conjunto das técnicas da análise de conteúdo, a análise por categorias, ou análise categorial, é a mais antiga e utilizada. Funciona por operações de desmembramento do conteúdo em unidades, em categorias segundo reagrupamentos analógicos. Neste contexto, as regras para a efetiva realização da análise devem seguir os processos de fragmentação e classificação do conteúdo. Na fragmentação, o analista é responsável pela delimitação das unidades de codificação, que de acordo com o material, podem ser: a palavra, a frase, o minuto, o centímetro quadrado. Em outras palavras, “A categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamentos segundo o género com os critérios previamente definidos” (Bardin, op. Cit. P. 119). Assim, as categorias são classes que reúnem um grupo de elementos sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão dos caracteres comuns destes elementos (op. cit.).

Na hipótese de existir ambigüidades na referenciação do sentido dos elementos codificados, Bardin (op. cit. P: 37) afirma que para a realização da análise, as unidades de codificação podem ser agrupadas em função de unidades superiores e mais abrangentes, denominadas unidades de contexto, unidades estas que “permitem compreender a significação dos itens obtidos, repondo-os no seu contexto” (op. cit).

Em síntese, a categorização fornece por condensação, uma representação simplificada dos dados brutos. Essa representação é de fundamental importância para a compreensão dos elementos de análise, pois, os agrupa em categorias análogas.

#### 4.2.2 -A ANÁLISE TEMÁTICA

Segundo Bardin (1977), a análise temática é uma das formas que melhor se adequou a investigações qualitativas. Como propõe o mesmo autor (op. cit.) três etapas constituem a aplicação desta técnica de análise: (1) Pré-análise; (2) Exploração do material; (3) Tratamento dos resultados e interpretação.

Dessa forma, para a análise das cinco atividades de ensino de Física aplicadas em um grupo de alunos com deficiência visual, utilizou-se a análise temática, pois, a referida técnica, mostrou-se adequada para a análise em questão. A aplicação das atividades foi gravada em dois formatos, isto é, no formato de áudio e no formato de vídeo. Este procedimento foi adotado para que o máximo de informações provenientes dos alunos por meio de falas ou de gestos pudesse ser captada. Depois da aplicação das atividades, procedeu-se a transcrição das mesmas e iniciou-se o processo de análise de acordo com os critérios da análise temática.

**Pré-análise:** A análise teve início com a realização de uma atividade conhecida como “leitura flutuante”, atividade esta que objetivou gerar impressões iniciais acerca do material a ser analisado (Bardin, 1977). Para o caso da pesquisa aqui apresentada, o “corpus de análise” resultou das informações obtidas por meio da transcrição das atividades aplicadas. Observa-se que pelo fato do analista do trabalho aqui apresentado ter deficiência visual, a atividade “leitura flutuante” seria melhor denominada “audição flutuante”, já que o analista por não conseguir ler, ouvia por meio do computador a transcrição das atividades.

**Exploração do material:** Nesta etapa codificaram-se as informações contidas no material, ou seja, recortou-se o texto buscando classificar os referidos recortes nas categorias temáticas.

**Tratamento dos resultados e interpretação:** Como aponta Bardin (1977, p. 101). A fim de analisar os dados obtidos, “o analista, tendo à sua disposição resultados significativos e fiéis, pode então propor inferências e adiantar interpretações a propósito dos objetivos previstos, ou que digam respeito a outras descobertas inesperadas”. Após o recorte, os dados foram classificados em três temas principais, temas estes que resultaram do agrupamento progressivo dos elementos. Destaca-se que os títulos das categorias temáticas foram definidos durante a realização das etapas de pré-análise e de exploração do material.

Na sequência, serão explicitadas as categorias de análise definidas para a realização da análise das cinco atividades aplicadas ao conjunto de alunos com deficiência visual.

#### **4.2.3 -DEFINIÇÃO DAS CATEGORIAS PARA A ANÁLISE DAS ATIVIDADES APLICADAS**

Como mencionado grande parte dos procedimentos de análise organizam-se em redor de um processo de categorização. Tal categorização, todavia, pode ser efetuada em um contexto temático, aplicável a discursos diretos e simples. Dessa forma, visando analisar a qualidade da aprendizagem dos alunos em relação ao conteúdo trabalhado, definiram-se três categorias de análise (unidades de contexto), centradas em três temas a saber: Categoria (I): categoria observação; Categoria (II): categoria compreensão; Categoria (III): categoria mediação.

A definição das referidas categorias, bem como, a utilização dessas categorias para a avaliação da qualidade da aprendizagem dos alunos, fundamentou-se em uma concepção de aprendizagem caracterizada por três pontos centrais (Wheatley, 1991): (1) A relação entre aprendizagem e intencionalidade do aprendiz; (2) A compreensão de aprendizagem como um subproduto de um processo educativo; (3) A compreensão das funções docentes como funções facilitadoras da aprendizagem. Sobre os pontos considerados, cabe a seguinte análise:

##### **1) Relação entre aprendizagem e intencionalidade do aprendiz**

Este aspecto da concepção de aprendizagem aqui adotada, pelos motivos na sequência explicitados, fundamentou a elaboração da categoria de análise: observação.

Como aponta Wheatley (1991): “tudo que uma pessoa faz é formado de intenções, e sendo assim a aprendizagem deve ser compreendida como algo intencional”. De acordo com o mesmo autor (op. cit.) “dar significado para suas experiências é algo intrínseco no mecanismo evolucionário do ser humano. O homem busca a compreensão das coisas para enfrentar problemas e para sobreviver”. Neste contexto, a motivação dos alunos em aprender os conteúdos trabalhados durante a realização de atividades, mantém estreitas relações com a questão da intencionalidade dos discentes em aprender os referidos conteúdos. Em outras palavras, para que um aluno aprenda um determinado conteúdo, ele deve estar motivado para aprender, isto é, ele deve ter a intenção de aprender.

Para Wheatley (op. cit.): “quando os alunos têm a intenção de se engajar em atividades de aprendizagem com o propósito da construção de relações, existe potencial para resultados significativos de aprendizagem”. No caso do aluno com deficiência visual, a intenção de aprender um determinado fenômeno deve estar relacionada em parte com as condições de observação do referido fenômeno. Nesta perspectiva, supõe-se que as intenções de discutir um determinado



fenômeno, pensar em um determinado fenômeno, reformular idéias acerca de um determinado fenômeno, e por consequência aprender conceitos relacionados a este fenômeno, resultam em parte para um aluno com deficiência visual, das condições em observar esse fenômeno.

Assim, visando analisar se a estrutura e os materiais das atividades aplicadas proporcionaram condições para que os alunos com deficiência visual observassem os fenômenos estudados, e por consequência, motivassem-se a aprender conceitos relacionados a tais fenômenos, elaborou-se a categoria de análise: observação, categoria esta que posteriormente será apresentada.

## **2) A compreensão de aprendizagem como um subproduto de um processo educativo**

Este aspecto da concepção de aprendizagem aqui adotada, pelos motivos na sequência explicitados, fundamentou a elaboração da categoria de análise: compreensão.

Para Bauersfeld (1988): “A aprendizagem pode ser compreendida como sendo a reconstrução subjetiva de significados por meio da negociação desses significados em interações sociais”. Neste contexto, a concepção de “local de aprendizagem” bastante aceita e fundamentada na metáfora de “local de trabalho” parece não atender as características de um genuíno ambiente de aprendizagem. De acordo com a concepção que compreende um ambiente de aprendizagem como um “local de trabalho”, os alunos, entendidos como os trabalhadores, devem sempre dentro de uma relação de troca de performance por aprovação, executar determinados serviços ou tarefas. Como aponta Doyle (1979): “Alunos são pagos pelo que produzem com elogios e graduação (aprovação)”.

Opondo-se a tal concepção, Wheatley (op. cit.) afirma que: “Os alunos podem assumir o papel de explorador/inventor, e dessa forma, a sala de aula pode ser mais bem caracterizada como um local de aprendizagem, ao em vez de “local de trabalho”, um local onde os significados são o centro das discussões. Nesta perspectiva, o aprendizado pode ser entendido como um subproduto de um processo de realização intencional de ações de explorar, observar, discutir, questionar, propor, reformular, processo este realizado nas interações sociais e com o objeto de estudo.

Assim, visando analisar se a estrutura e os materiais das atividades aplicadas proporcionaram condições para que os alunos com deficiência visual participassem de um ambiente de aprendizagem e por consequência aprendessem conceitos estudados em tal ambiente, elaborou-se a categoria de análise: compreensão, categoria esta que posteriormente será apresentada.

## **3) A compreensão das funções docentes como funções facilitadoras da aprendizagem**

Este aspecto da concepção de aprendizagem aqui adotada, pelos motivos na sequência explicitados, fundamentou a elaboração da categoria de análise: mediação.

Retomando na perspectiva das funções docentes, a crítica da metáfora do local de aprendizagem como “local de trabalho”, Wheatley (op. cit.) afirma que: “o professor não deve ser visto como uma autoridade que cobra produção, e sim, como um “instrumento valioso que facilita a aprendizagem”. Neste sentido, a função de um professor durante a aplicação de atividades deveria ser a de colaborar, encorajar, e não apresentar as soluções prontas e nem de reprovar as soluções apresentadas pelos alunos. De acordo com Santos, 1998, o papel docente na condução de uma atividade de ensino é o de: “coordenador das atividades, o de criar condições para que, durante o trabalho escolar, o aluno se expresse, seja ouvido, e aprenda por meio da vida cooperativa”. Ainda segundo o mesmo autor (op. Cit.), a responsabilidade docente é a de: “assegurar as condições técnicas e materiais para que durante a prática educativa, torne-se possível à realização de um trabalho que de sentido às aprendizagens realizadas”, e seu compromisso é o de: “impulsionar o aluno a se expressar, a decidir, a realizar, a pesquisar, a interagir, a avançar o máximo possível na construção de seu saber e a construir-se como indivíduo e cidadão autônomo, responsável e capaz de cooperar com seus semelhantes”.

Assim, visando analisar se a mediação das atividades pelo professor proporcionou condições para que os alunos com deficiência visual participassem de um ambiente de aprendizagem e por consequência aprendessem conceitos estudados em tal ambiente, elaborou-se a categoria de análise: mediação, categoria esta que posteriormente será apresentada.

Na sequência, serão apresentadas as três categorias de análise elaboradas.

### **1) Categoria (I): Categoria observação**

O objetivo da categoria (I), é analisar se a interação entre alunos com deficiência visual e os materiais de ensino de Física desenvolvidos ou adaptados a eles neste trabalho, proporciona condições para que estes alunos observem o fenômeno que está sendo estudado. Esta categoria é fundamentada em elementos denominados: elementos de observação (unidades de codificação). Tais elementos, representados por um conjunto de quatro afirmações, encontram-se descritos abaixo.

#### **I: Elementos de observação**

I.I: Descreveu a observação de experimentos ou de eventos.

Esta afirmação refere-se à descrição da observação de um experimento ou de um evento apresentada por um aluno.

I.II: Descreveu a observação de materiais.

Esta afirmação refere-se à descrição de observações apresentadas por um aluno acerca de um determinado material.

I.III: Descreveu a observação de qualidades.

Esta afirmação refere-se à descrição apresentada por um aluno acerca das observações das qualidades de um material.

I.IV: Propôs experimentos.

Esta afirmação refere-se a propostas de realização de experimentos apresentadas pelos alunos.

## **2) Categoria-II: categoria compreensão**

O objetivo da categoria (II), é analisar a compreensão de um aluno a um determinado fenômeno estudado. Sua elaboração obedeceu ao seguinte critério organizacional.

Em primeiro lugar, durante a audição da transcrição das atividades, enumeraram-se todas as declarações dos alunos acerca de eventos cotidianos e de discussão de problemas. Tais eventos representam experiências do cotidiano dos alunos que envolvem o fenômeno estudado. Em seguida, as declarações que continham relações de causa e efeito (exemplo: isto ocorre por causa daquilo) ou relações entre grandezas físicas (grandezas estas fundamentais ou derivadas: Resnick e Halliday, 1984, P. 1) que definem outras grandezas (exemplo: relação entre as grandezas distância e tempo que define a grandeza velocidade) foram agrupadas em função de semelhanças conceituais. O conjunto de declarações semelhantes foi generalizado em termos de uma proposição. Uma proposição que também pode ser entendida como a síntese conceitual de várias declarações semelhantes de um ou mais alunos, foi, para o caso de conter relações de causa e efeito, interpretada como sendo uma hipótese utilizada na explicação de um determinado problema, e para o caso de apresentar definições de grandezas físicas, interpretada como uma propriedade Física.

A partir da sistemática descrita, fundamentou-se a referida categoria de análise em elementos (unidades de codificação) que indicam quatro atitudes (compartilhar, questionar, defender, reformular) adotadas ou não pelos alunos para a compreensão do fenômeno estudado. Esses elementos denominados: “elementos de compreensão”, encontram-se abaixo relacionados.

### **II: Elementos de compreensão**

II.I: Compartilhou hipóteses ou propriedades Físicas.

Este elemento de compreensão refere-se à atitude de um aluno em compartilhar uma determinada hipótese ou uma determinada propriedade Física com outros durante a discussão de um determinado problema. Considera-se que a hipótese ou a propriedade Física compartilhada pode ter sido elaborada ou não pelo aluno que a expressou.

II.II: Questionou hipóteses ou propriedades Físicas.

Este elemento de compreensão refere-se à atitude de um aluno em questionar uma determinada hipótese ou uma determinada propriedade Física, proposições conceituais estas que podem ser provenientes de outros alunos ou do professor.

II.III: Defendeu hipóteses ou propriedades Físicas.

Este elemento de compreensão refere-se à atitude de um aluno em defender uma determinada hipótese ou uma determinada propriedade Física de hipóteses ou propriedades Físicas rivais, apresentadas tanto por outros alunos, quanto pelo professor.

II.IV: Reformulou hipóteses ou propriedades Físicas.

Este elemento de compreensão refere-se à atitude de um aluno em reformular uma hipótese ou uma propriedade Física passando a compartilhar outra.

As atitudes descritas por meio dos quatro elementos de compreensão foram denominadas: atitudes de compreensão. A utilização ou não de uma dessas atitudes por um aluno será identificada na análise das atividades pelas seguintes ações: Compartilhou, questionou, defendeu, reformulou, não compartilhou, não questionou, não defendeu, não reformulou, não demonstrou atitudes (Benjamim 2000).

### **3) Categoria-III: categoria mediação**

A categoria (III) foi elaborada e utilizada para a análise dos procedimentos de mediação utilizados pelo professor no decorrer da aplicação das atividades.

A elaboração da referida categoria obedeceu ao seguinte critério:

Inicialmente, identificaram-se nas atividades, procedimentos de mediação adotados pelo professor, procedimentos estes que tinham por objetivo a organização dos alunos, dos materiais, a ajuda para um aluno encontrar um determinado material ou equipamento, a atenção individual, a elaboração de sínteses de idéias, o questionamento e a apresentação de modelos. Tais procedimentos foram sintetizados em função de quatro elementos (unidades de codificação) denominados: Elementos de mediação, elementos estes que se encontram discriminados na seqüência:

### **III: Elementos de mediação docente**

III.I: Por meio de ações colaborativas e organizacionais.

Este elemento de mediação refere-se a procedimentos de colaboração e organização adotados pelo professor durante a aplicação das atividades. A organização de grupos, a distribuição de materiais, a ajuda individual e/ou coletiva, a unificação de experiências, e a

elaboração de sínteses conceituais, constituem o conjunto de ações a que este elemento de mediação se refere.

### III.II: Por meio de propostas.

Este elemento de mediação refere-se a propostas de questões, problemas ou experimentos apresentados pelo professor no decorrer da atividade.

### III.III: Por meio de atitudes questionadoras.

Este elemento de mediação refere-se à atitude do professor em questionar uma determinada hipótese ou uma determinada propriedade física apresentada por um aluno ou por um grupo de alunos no decorrer da atividade.

### III.IV: Por meio da apresentação de modelos.

Este elemento de mediação refere-se à apresentação de um modelo científico para um determinado fenômeno, feita pelo professor por meio de explicações ou de textos falados (CD).

Após a apresentação da metodologia e das categorias para a análise dos dados, cabe questionar: Quem são os sujeitos que participaram da pesquisa? Em outras palavras, quem são os alunos que participaram da realização das atividades? Na sequência, serão explicitadas algumas características acerca dos sujeitos que participaram da investigação aqui exposta, bem como, da instituição que permitiu a aplicação das atividades.

### 4.3 -OS SUJEITOS PARTICIPANTES DAS ATIVIDADES

O conjunto de atividades apresentadas no capítulo (3) constituiu-se em um curso que foi aplicado no período de 16/06/2003 a 20/06/2003. Participaram da aplicação do referido curso um grupo de nove alunos com deficiência visual que não possuíam deficiência mental e/ou auditiva, frequentadores da instituição “Lar Escola Santa Luzia para Cegos”, situado à rua Gerson França, nº 11-61, Bauru. Os alunos participantes da atividade possuíam idade e formação escolar variadas, visto que, a referida instituição, local de aplicação das atividades, não fornece o ensino regular, mas funciona como uma instituição assistencialista, preocupando-se com o ensino do Braille, e com o trabalho de alguns de seus alunos. Portanto, é comum encontrar na instituição em questão, alunos matriculados no ensino regular ou supletivo, e que frequentam esta instituição para aprender o Braille ou algum trabalho manual, ou ainda, alunos que frequentam a referida instituição para primeiro aprenderem o Braille e depois ingressarem nos estudos.

A definição da aplicação do curso em uma única semana deu-se pelos seguintes motivos:

1) A possibilidade de o pesquisador estar presente o dia todo durante uma semana na instituição escolhida a fim de conhecer melhor a referida instituição como um todo, bem como, os sujeitos participantes das atividades. Por este motivo, obteve-se informações sobre a estrutura da escola, de sua história, assim como, de experiências escolares dos sujeitos participantes das atividades.

(2) Para a estrutura da escola era mais viável que as atividades fossem aplicadas em uma única semana. Como uma das atividades dos alunos na instituição escolhida era o trabalho de fabricação de cadeiras, a direção da escola solicitou que se possível, as atividades fossem aplicadas em uma semana em que os alunos tivessem pouco trabalho, e dessa forma, chegou-se em um acordo em relação a esta semana.

Dos nove alunos que constituíam o número total de participantes do curso, oito alunos eram cegos e um aluno possuía visão reduzida. A formação escolar dos discentes variava de ensino fundamental incompleto, até ensino médio completo, passando por ensino fundamental completo e ensino médio incompleto. A idade dos alunos não era menor que dezesseis anos e nem superior a trinta e cinco anos.

A instituição “Lar Escola Santa Luzia para Cegos” possui em torno de vinte e cinco alunos. Os alunos que participaram do curso completo eram voluntários, já que todos foram convidados a participarem das atividades que foram ministradas. Entretanto, o número máximo de alunos que se havia planejado previamente para participar das atividades, não excedia a quinze. Esse número de alunos foi definido, pois se julgou complexa a tarefa de se trabalhar com uma classe com mais de quinze alunos com deficiência visual, já que seria difícil atender a todos

principalmente pelo fato da citada deficiência requerer por parte do professor, uma atenção especial aos alunos.

Serão descritas na sequência, algumas características peculiares de cada aluno:

Observa-se que por motivos éticos, os alunos serão identificados neste texto pelas letras (A), (B), (C), (D), (E), (F), (G), (H), e (I). O professor que aplicou as atividades, que é também o pesquisador e autor da presente tese, tem deficiência visual e está identificado no texto pela letra (P).

**Aluno (A):** Perdeu totalmente a visão aos seis anos, é do sexo masculino, trinta e quatro anos de idade, possui ensino fundamental incompleto (estudou até a quinta série). Trabalha na instituição Lar Escola Santa Luzia, onde foi alfabetizado em Braille aos seis anos, e não tinha certeza se pretendia ou não voltar a estudar.

**Aluno (B):** Ficou cego aos trinta anos, até aquela idade, possuía visão reduzida (aproximadamente 5%). É do sexo feminino, trinta e cinco anos de idade, concluiu o ensino fundamental. Frequenta a instituição Lar escola Santa Luzia por motivos de trabalho e para aprender o Braille, pois, pretende voltar a estudar e fazer algum curso técnico relacionado à telefonia.

**Aluno (C):** Possui visão reduzida (em torno de 5%), é do sexo masculino, dezessete anos de idade, cursava por ocasião da realização das atividades o terceiro ano do ensino médio. Frequenta a Instituição lar Escola Santa Luzia, pois, tem pretensão de prosseguir com os estudos, fazer faculdade de música, e para tal, busca na referida instituição um aprimoramento no Braille.

**Aluno (D):** Perdeu totalmente a visão aos vinte e cinco anos, até aquela idade tinha visão reduzida. É do sexo feminino, trinta e um anos de idade, cursava a faculdade de química quando ficou cega. Obs.) Este aluno não terminou o referido curso. Frequenta a instituição Lar Escola Santa Luzia para aprender o Braille, pois, pretende voltar a estudar, contudo, em outro curso, talvez psicologia.

**Aluno (E):** Perdeu totalmente a visão aos sete anos, é do sexo masculino, trinta anos de idade, concluiu o ensino médio. Frequenta o Lar escola santa Luzia por motivos de trabalho, e não tem certeza se pretende voltar a estudar.

**Aluno (F):** Perdeu totalmente a visão aos vinte e cinco anos, até aquela idade possuía visão reduzida. É do sexo masculino, trinta anos de idade, concluiu o ensino fundamental. Frequenta o Lar escola santa Luzia por motivos de trabalho, e não tem certeza se pretende voltar a estudar.

**Aluno (G):** Perdeu a visão aos dezenove anos, até aquela idade possuía visão reduzida. É do sexo masculino, trinta e dois anos de idade, cursava por ocasião da aplicação das atividades, o ensino médio por meio das tele-salas. Frequentava o Lar Escola Santa Luzia por motivos de trabalho e para se aprimorar no Braille, já que, pretendia continuar com os estudos.

**Aluno (H):** Perdeu totalmente a visão aos vinte e três anos, até aquela idade possuía visão reduzida. É do sexo feminino, vinte e nove anos de idade, não concluiu o ensino médio (estudou até o primeiro colegial). Frequentava o Lar Escola Santa Luzia por motivos de trabalho e para se aprimorar no Braille, já que, pretendia continuar com os estudos.

**Aluno (I):** Cego de nascimento, é do sexo feminino, vinte anos de idade, não concluiu o ensino médio (estudou até o primeiro colegial). Frequentava o Lar escola Santa Luzia por motivos de trabalho. Pretende voltar a estudar e fazer algum curso técnico relacionado a telefonia.

Na sequência, apresenta-se a análise das cinco atividades aplicadas. Ao final da referida análise, será avaliada a aprendizagem dos referidos alunos acerca dos conteúdos discriminados no problema central da pesquisa.





## **CAPÍTULO 5**

### **ANÁLISE DAS ATIVIDADES APLICADAS**

*No presente capítulo, apresentamos inicialmente, a análise da aplicação das cinco atividades de ensino de Física ao grupo de alunos com deficiência visual, e apresentamos ao final, a avaliação da aprendizagem dos mesmos.*



## **5.1-ANÁLISE DA ATIVIDADE 1**

### **VIVÊNCIA DO ATRITO: PARTE A: OBSERVAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO FENÔMENO**

A atividade (1), contou com a participação de nove alunos, teve um tempo de duração de 44 min, e seu desenvolvimento prático se fundamentou em três momentos: (a) Momento de interação com o fenômeno estudado; (b) Momento de propostas e de discussão de situações problemas; (c) Momento de apresentação de modelos, sínteses e conclusões. Nesses momentos, os alunos tiveram a oportunidade de tocar vários tipos de materiais, descrever suas observações, relacionar suas observações a eventos cotidianos, propor problemas, apresentar hipóteses para a solução desses problemas, bem como, de ouvir explicações docentes e textos falados.

Na seqüência, analisar-se-á os três momentos da atividade (1) levando-se em conta as categorias de análise definidas no capítulo (IV).

#### **5.1.1-PRIMEIRA PARTE DA ATIVIDADE (1): MOMENTO DE INTERAÇÃO COM O FENÔMENO ESTUDADO**

Tendo em vista a contextualização do fenômeno do atrito, na primeira parte dessa atividade, os alunos puderam reconhecer sobre o referencial tátil, diferenças entre objetos e superfícies. Para tanto, os alunos tinham a disposição para serem tocados, lixas, palha de aço, bichos de pelúcia, tapetes, carpetes, diferentes tipos de toalhas plásticas, além dos seguintes tecidos: veludo, tecido felpudo e flanela. Cada tecido citado foi cortado em um tamanho aproximado de 0,5m de comprimento por 0,5m de largura, e três quites com os materiais relacionados foram providenciados.

Foto (1.1): Materiais da atividade (1).



Foto (1.2) Materiais da atividade (1).



No início da atividade, o professor organizou os alunos em três grupos, e entregou a cada grupo um quite com os materiais já descritos (elemento: III.I). Os grupos foram formados aleatoriamente como indicado no quadro (1.1).

Quadro(1.1): Relaciona para a atividade (1) cada grupo com os alunos pertencentes ao mesmo.

Grupos	Alunos
<b>G-1</b>	<b>A, B e I</b>
<b>G-2</b>	<b>C, D e G</b>
<b>G-3</b>	<b>E, F e H</b>

Como se pode notar na transcrição do trecho (1.1), após a formação dos grupos e da distribuição dos quites, o professor solicitou aos alunos (solicitação-1) para que observassem os materiais por meio do tato, esfregando as mãos sobre os mesmos, deslizando um sobre o outro, identificando dessa forma, diferenças e semelhanças entre eles.

**Trecho (1.1): (solicitação-1) Orientação do professor para a realização de observações táteis (elemento: III.II)**

III.II P: Bom pessoal, nós vamos começar a atividade agora. Se vocês esticarem seus braços, vocês vão notar que existem vários materiais ai à frente. Eu gostaria que vocês analisassem esses objetos através do tato, o que vocês percebem de diferenças ou semelhanças entre eles? Outra coisa que vocês podem fazer nesta interação, é esfregar um objeto ao outro, fazer este tipo de análise, façam as análises entre os objetos, as diferenças entre os objetos, quando vocês escorregam um sobre o outro, descrevam essas sensações.

Os alunos nesse momento da atividade descreveram suas observações por meio de elementos de observação (ver capítulo-4).

O quadro (1.2) apresenta uma relação entre os alunos, e os elementos de observação.

Quadro (1.2): Relação entre os alunos e os elementos de observação para a atividade (1).

Alunos	Descreveu experimentos	Descreveu a observação de materiais	Descreveu a observação de qualidades	Propôs experimentos
A:	Três vezes	Duas vezes		Uma vez
B:	Uma vez	Uma vez		
C:				
D:	Uma vez	Uma vez		
E:		Uma vez	Uma vez	
F:	Duas vezes			
G:	Uma vez	Uma vez		Uma vez
H:		Uma vez	Uma vez	
I:	Duas vezes		Uma vez	

Como se pode observar no quadro (1.2), durante a primeira parte da aplicação da atividade (1), os alunos apresentaram vinte e duas afirmações, sendo que dessas, dez estavam relacionadas com a descrição da observação de experimentos (elemento: I.I), sete com a descrição da observação de materiais (elemento: I.II), três com a descrição da observação de

qualidades (elemento: I.III), e duas estavam relacionadas com propostas de realização de experimentos (elemento: I.IV). O aluno (A) foi o que apresentou a maioria das afirmações (seis) enquanto que o aluno (C) não apresentou nenhuma das referidas afirmações. Os alunos (G e I), apresentaram três afirmações, e os alunos (B, D, E, F e H), apresentaram duas. Os alunos (A e G) foram os únicos a proporem a realização de experimentos, e a apresentarem afirmações relacionadas a três elementos de observação diferentes (elementos: I.I, I.II e I.IV). Os alunos (E, H e I), foram os únicos a apresentarem descrições de qualidades (elemento: I.III), enquanto que o aluno (F) apresentou apenas descrições de experimentos (elemento: I.I).

Encontra-se na seqüência a transcrição de alguns trechos da primeira parte da atividade (1) transcrição esta que discrimina os elementos de observação de acordo com o critério estabelecido no capítulo (IV).

Transcrição de alguns trechos do momento de interação dos alunos com o fenômeno estudado.

**Trecho (1.2): Apresenta descrições de experimentos. (elemento: I.I)**

*A: A lixa não desliza, é ante derrapante.*

*A: A esponja de aço na lixa, da uma grande aderência.*

*B: Realmente, não da aderência, desliza.*

*F: A lixa atrita com o plástico*

*F: A lixa não pega no coelho.*

*H: Ela desliza mais ela raspa todinha.*

*I: Você notou isto, a lixa com o coelho não dão aderência, desliza!*

**Trecho (1.3): Apresenta a descrição de materiais. (elemento: I.II)**

*A: Tem um que parece “curvim”.*

*B: Tem um que parece curvim, e outro que parece napa.*

*E: Esse é uma seda, não é?*

*H: Esse aqui, a palha de aço é a bucha do aluno F tomar banho.*

**Trecho (1.4): Apresenta a descrição de qualidades. (elemento: I.III)**

*E: A textura, um é liso, o outro é um pouco mais áspero!*

*G: Esse aqui é um pouco mais áspero, esse é um pouco mais liso.*

*I: É agressivo!*

**Trecho (1.5): Apresenta propostas de experimentos. (elemento: I.IV)**

*A: Passem a mão neste plástico!*

*H: Passem a lixa no plástico.*

O momento de interação descrito acima se mostrou adequado para o estabelecimento de um contato inicial entre os alunos e algumas propriedades do atrito. Como se pode observar nos trechos (1.2) e (1.4), ao descreverem experimentos ou qualidades dos materiais, os alunos utilizaram palavras como: “áspero, liso, agressivo, desliza, antiderrapante, aderência, gruda, raspa, atrita”, que indicam que determinadas propriedades relacionadas ao atrito estavam sendo observadas e começavam a serem discutidas por eles. Tais palavras foram fundamentais para o estabelecimento de um conjunto conceitual inicial, conjunto este que facilitou a apresentação por parte dos alunos de eventos cotidianos, de hipóteses explicativas de problemas que surgiram devido aos referidos eventos, além de proporcionar ao professor, condições para o aprofundamento do tema. Foi por meio da utilização das palavras descritas, que o professor deu seqüência à atividade, sugerindo a problematização do atrito em função de experiências cotidianas vividas pelos alunos.

**5.1.2-SEGUNDA PARTE DA ATIVIDADE (1): MOMENTO DE PROPOSTAS E DE DISCUSSÃO DE EVENTOS COTIDIANOS**

Após os alunos terem participado do momento de interação, iniciou-se um segundo momento denominado: momento de propostas e de discussão de eventos cotidianos. Neste momento da atividade, o professor solicitou inicialmente aos alunos, para que relacionassem suas observações à situações cotidianas, e depois para que abordassem qualitativamente o atrito em função de suas utilidades práticas (Ver trechos: 1.6 e 1.10).

Devido às referidas solicitações do professor, os alunos apresentaram e discutiram seis eventos da vida cotidiana relacionando-os à propriedades do atrito. Os referidos eventos foram nomeados da seguinte maneira: (1.1) Diferentes calçados em diferentes pisos; (1.2) Tecidos de roupa diversificados em contato com diferentes bancos de ônibus; (1.3) Lavando e encerando; (1.4) Andando de patins; (1.5) Os pneus, o asfalto e as condições do tempo; (1.6) O nadador. O título atribuído aos eventos apresentados pelos alunos procurou sintetizar o tema por meio dele discutido.



Portanto, por meio dos referidos eventos, os alunos trouxeram a tona uma série de objetos que participam de uma situação de atrito, e que foram relacionados da seguinte maneira: Pisos: de supermercado, de cimento brusco, de cimento queimado, pisos frios, piso ante derrapante, pista de patinação, pista de fórmula um. Calçados: rasteirinha (um tipo de calçado feminino), havaianas, chinelo gasto, patins. Acentos: banco de ônibus, bancos de plástico, banco de curvim, banco de borracha dura, banco de fibra. Tecidos: roupa, pano de chão, toalha. Fluidos: cera, água. Outros objetos: mesa envernizada, copo, geladeira, bichinhos de imã, carrinho de rolimã, piscina, pneus. Na seqüência, serão apresentadas as solicitações do professor, e analisados os eventos cotidianos propostos e discutidos pelos alunos.

### **Análise dos eventos cotidianos apresentados pelos alunos**

A análise do momento de propostas e de discussão de eventos cotidianos encontra-se dividida em duas partes. A primeira parte refere-se à análise dos eventos (1.1, 1.2 e 1.3) eventos estes apresentados pelos alunos devido à solicitação (2) do professor. Já a segunda parte refere-se a análise dos eventos (1.4, 1.5 e 1.6) eventos estes apresentados pelos alunos devido à solicitação (3) do professor.

### **Análise das discussões dos três primeiros eventos cotidianos apresentados pelos alunos devido à solicitação (2) do professor**

O trecho (1.6) refere-se à solicitação (2) do professor, apresentada aos alunos no início do segundo momento da atividade (1).

### **Trecho (1.6): (solicitação-2) Solicitação de relações entre observações e situações cotidianas**

*III.II P: Eu gostaria agora que encima dessas observações, vocês discutissem sobre essas características que vocês observaram, que estejam presentes no cotidiano da vida de vocês, ou seja, essas características de deslizamento, ou não deslizamento, as características de diferenças entre os materiais. Eu gostaria que vocês trouxessem isso à tona, uma coisa do dia a dia de vocês onde estejam presentes os elementos que vocês descreveram tais como: deslizamento ou aderência, elementos próprios do contato entre os objetos.*

Após a referida solicitação do professor, três eventos cotidianos foram propostos e discutidos pelos alunos. Tais eventos são os seguintes: (1.1) Diferentes calçados em diferentes pisos; (1.2) Tecidos de roupa diversificados em contato com diferentes bancos de ônibus; (1.3) Lavando e encerando. Na seqüência, são apresentados e analisados os eventos considerados.

### **Evento cotidiano (1.1) Diferentes calçados em diferentes pisos**

O trecho (1.7) apresenta a discussão do evento (1.1), discussão esta que veio à tona devido a solicitação (2) do professor.

### **Trecho (1.7): Transcrição do evento cotidiano (1.1)**

1) A: *Eu acho que o primeiro ponto é o piso e o calçado, o calçado que a gente usa e o piso, a gente sente a diferença de aderência. Dependendo do calçado e do tipo de superfície que você está pisando, você consegue uma aderência ou está numa situação bem escorregadio. Você quer ver um piso que é muito liso, supermercado, você vai ao supermercado, o piso é extremamente liso, toda vez que eu vou ao supermercado eu percebo isto, a gente anda assim, tem que ficar bem equilibrado.*

*III.III P: Que sapato você usa?*

2) A: *Varia, contudo, sempre é liso, eles enceram muito, todos os dias, ai não da aderência.*

3) I: *Rasteirinha (um tipo de calçado feminino) a gente escorrega bastante.*

4) C: *Havaianas, escorrega bastante, depois que ela gasta escorrega mais ainda.*

5) A: *É quando ela vem nova, ela vem com aquela frisagem no solado, depois ele vai gastando e fica liso.*

6) F: *Se você pisar numa superfície de supermercado com este chinelo gasto é capaz de você cair.*

7) D: *Fica totalmente derrapante.*

*III.III P: você tem experiência com isto aluno(G), lugar que escorrega?*

8) G: *Tenho sim, tem calçado, que depende o piso, se é cimento brusco, já é fácil de você andar, qualquer calçado não escorrega, agora se é um cimento queimado, ele já fica liso e ai depende do calçado que você usa, se for aquele calçado que tem aquelas garras você corre o risco de escorregar e cair, assim como esses pisos frios.*

O evento cotidiano (1.1), constituído por dez declarações sendo duas do professor e oito dos alunos, abordou a relação piso, calçado e intensidade do atrito, e contou com a participação dos alunos (A, C, D, F, Ge I) em sua discussão. Os outros alunos (B, E e H) durante a discussão do evento (1), se mostravam reflexivos e interessados em tocar os materiais que se encontravam sobre a mesa.

Como se pode notar no trecho (1.7), apenas o aluno (A) abordou a influência de produtos como a cera na intensidade do atrito, introduzindo o referido produto como algo capaz de

diminuir o atrito existente entre o calçado e o piso de um supermercado. Os outros alunos que participaram da discussão do evento (1.1) incluindo o aluno (A), compartilharam da idéia de que a natureza, bem como o polimento de materiais que se interagem, interferem na intensidade do atrito. Declarações dos alunos como: “depende do piso e do calçado que a gente usa”, “rasteirinha, a gente escorrega bastante”, “havaianas gasta, escorrega mais ainda”, “com este chinelo gasto é capaz de você cair”, demonstram a relação estabelecida por eles entre as condições do piso, do calçado e de deslizamento.

O professor participou da discussão do evento (1.1) por duas ocasiões. Tais participações foram enquadradas na categoria mediação como sendo atitudes questionadoras (elemento: III.III). Na primeira ocasião, por meio do questionamento do tipo de calçado usado, o professor contribuiu para que o aluno (A) considerasse os efeitos da cera na intensidade do atrito, para justificar o fenômeno do piso escorregadio. Não obstante, a referida atitude questionadora em conjunto com o evento discutido, contribuíram para que os alunos (C, D, F e I), estabelecessem relações entre intensidade de escorregamento e características dos calçados e pisos. Posteriormente, na segunda ocasião, a atitude questionadora do professor contribuiu também para que o aluno (G) estabelecesse por meio da experiência “caminhar sobre pisos de cimento”, experiência esta similar à do “caminhar no supermercado”, a relação entre as características do calçado e do piso, com a intensidade de atrito.

Em síntese, os alunos (A, C, D, F, G e I), relacionaram durante a discussão do evento (1.1), a intensidade do atrito às condições de polimento das superfícies de calçados e de pisos, e o aluno (A), destacou a influência de produtos como a cera na intensidade do atrito existente entre duas superfícies.

### **Evento cotidiano (1.2): Tecidos de roupa diversificados em contato com diferentes bancos de ônibus**

O trecho (1.8) apresenta a discussão do evento (1.2), discussão esta que assim como o evento (1.1) veio à tona devido à solicitação (2) do professor.

#### **Trecho (1.8): Transcrição do evento cotidiano (1.2)**

9) A: *Nos novos circulares de minha cidade como foi renovada a frota, a maioria são bancos de plástico com um acento mais ou menos como um curvim ou uma borracha dura, então você senta, aquilo da uma aderência à roupa, ao tecido da roupa. Agora tem uns ônibus mais antigos que o banco era totalmente de fibra, e ele era liso, inclusive pintado, e aí você sentava no banco e conforme o lugar que você estava como nas curvas, se você não se segurasse você caía do banco porque ele é totalmente deslizante.*

10) I: *O que eu venho na escola é assim, é de fibra, dependendo da roupa que vem, desliza.*

11) C: *O ônibus escolar é assim, o banco é bastante liso, tem que se equilibrar para não cair.*

12) D: *Acho que isto depende da roupa não depende?*

13) H: *Depende, é o tecido!*

III.III P: *Será que depende da roupa?*

14) I: *Eu acho, pois tem roupa que eu venho e não acontece isso.*

15) A: *A roupa favorece.*

16) G: *Com uma roupa de seda você não para no lugar.*

17) D: *Por isso que tem que por o cinto, se não escorrega.*

III.III P: *Por que é que tem que por o cinto?*

18) I: *Se caso o ônibus der uma curvada não tem perigo de cair.*

III.III P: *O que tem a ver a roupa nesta história?*

19) H: *O jeans é mais grosso ele adere mais, já nós mulheres que usamos roupas com tecidos mais finos deslizamos mais.*

20) E: *Roupa fina perde a aderência.*

21) G: *Imaginem uma roupa dessa aqui (seda) no banco de ônibus feito desse plástico (pega o plástico)*

22) C: *Imaginem uma roupa dessa (seda) num banco desse plástico, na mínima brechada você vai parar no meio do corredor, escorrega muito.*

O evento cotidiano (1.2), constituído por dezessete declarações sendo quatorze dos alunos e três do professor, não contou apenas com a participação do aluno (B) e abordou em sua discussão, a relação tecido da roupa x banco de ônibus.

O evento (1.2) caracterizado pela experiência “andar de ônibus”, apresentou a relação entre intensidade do atrito e características dos objetos: tecido da roupa dos passageiros e diferentes bancos de ônibus. A discussão desse evento se iniciou a partir de uma experiência cotidiana do aluno (A), experiência esta que desencadeou um debate acerca do fenômeno do atrito. Não obstante, as três participações do professor interpretadas como atitudes questionadoras (elemento: III.III), também incentivaram os alunos à estabelecerem as citadas relações dentro da discussão. Algumas declarações como: “banco de curvim da uma aderência ao tecido da roupa”, “banco de fibra é totalmente deslizante”, “é de fibra (o banco) dependendo da roupa desliza”,

“com roupa de seda você não para no lugar”, “é por isso que tem que por o cinto”, “jeans adere mais, tecidos finos perdem a aderência”, demonstram a relação estabelecida pelos alunos entre as características das superfícies de contato (banco e roupa) e propriedades relacionadas ao atrito como: deslizamento e aderência.

Em síntese, os alunos participantes da discussão do evento cotidiano (1.2) podem ser categorizados por estabelecerem relações entre as características das superfícies de contato (banco de ônibus e roupa) e propriedades do atrito já descritas.

### **Evento cotidiano (1.3): Lavando e encerando**

O trecho (1.9) apresenta a discussão do evento (1.3), discussão esta que assim como os eventos anteriores, veio à tona devido à solicitação (2) do professor.

#### **Trecho (1.9): Transcrição do evento cotidiano (1.3)**

23) *H: Em casa o piso é liso, então para você passar o pano ele desliza, fora de casa é o piso ante derrapante. No piso liso o pano de chão desliza rapidinho, mais ele não corre no piso ante derrapante, só que se você molhar você cai nele, ele é um piso todo cheio de bolinha e se você molhar você pode até cair nele.*

24) *A: É a diferença entre um material e outro, você veja um pano molhado da uma certa aderência no ante derrapante. Já o calçado no ante derrapante estando molhado perde a aderência.*

*III.I P: Vocês vejam que existem uns produtos que entram nessas histórias como a água, por exemplo, a cera também, você já encerou sua casa aluno (H)?*

25) *H: Nossa fica liso!*

26) *D: Se você passar cera o atrito diminui*

*III.III P: qual é o papel da cera?*

*Início do primeiro momento de discordância.*

27) *E: A cera é uma maneira de lubrificar o piso.*

28) *F: Até para a própria segurança do material deles lá no supermercado*

29) *E: Do material em si e não das pessoas que andam dentro dele.*

*II.II 30) C: mais pode prejudicar os próprios materiais do supermercado se alguém cair e derrubar tudo.*

31) F: *Ou entrar também com um sapato com as tachas bem elevadas, a própria cera vai dar atrito no piso.*

*Final do primeiro momento de discordância.*

32) A: *Outra coisa que eu me lembrei é a questão da mesa envernizada, você passa uma cera, depois se você colocar um copo em cima da mesa a própria toalha desliza, diminui o atrito!*

33) G: *O amigo (aluno A) estava falando, eu me lembrei que minha irmã passa uma cera na geladeira e a gente sempre coloca aqueles bichinhos lá (imã) e quando passa a cera aqueles bichinhos lá não param!*

O evento cotidiano (1.3), constituído por treze declarações sendo onze dos alunos e duas do professor, contou com a participação dos alunos (A, C, D, E, F, G e H). Sua discussão, fundamentada por três novas experiências: “Lavando o chão, mesa envernizada, imãs de geladeira”, e pela retomada da experiência: “piso de supermercado”, abordou a influência de produtos como a água e a cera na intensidade do atrito.

As duas participações do professor na discussão do evento (1.3), foram interpretadas de acordo com a categoria mediação como: ação colaborativa e organizacional (elemento: III.I) e atitude questionadora (elemento: III.III). Em sua primeira participação, Apresentou uma organização da função dos produtos “água e cera”, organização esta que visou dar continuidade ao debate acerca desse tema. A referida ação organizacional do professor, provocou declarações dos alunos (D e H) como: “fica liso, se passar cera o atrito diminui”, declarações estas que relacionam o produto “cera” a uma diminuição do atrito.

A segunda participação do professor provocou uma certa discordância entre os alunos (C, E, e F) quanto a função da cera para o aumento ou a diminuição do atrito. Aparentemente, o aluno (F) demonstrou acreditar que a cera aumenta o atrito. Retomando a discussão da experiência do “andar no supermercado”, experiência esta apresentada inicialmente no evento (1.1) ele afirmou que a cera pode servir para a segurança dos materiais vendidos nesse local. O aluno (E) questionou esta idéia dizendo que a mesma segurança não pode ser garantida a pessoas que andam dentro do supermercado. Essa mesma argumentação foi utilizada pelo aluno (C) quando este considerou os riscos de queda ao se caminhar sobre uma superfície lubrificada pela cera. Entretanto, o aluno (F) não reformulou sua idéia e demonstrou continuar acreditando que a cera aumenta o atrito. Ele afirmou ao final do momento de discordância, que a cera pode provocar atrito entre o calçado e o piso.

Essa discussão foi interrompida pelo aluno (A) quando esse apresentou o evento da mesa envernizada, e pelo aluno (G) que apresentou o evento dos imãs colados na geladeira. Nesses

eventos foram abordadas as influências de produtos como a água e a cera na diminuição do atrito entre as superfícies de contato.

Uma declaração que se mostrou interessante foi a apresentada pelo aluno (A). Nela, o referido aluno relacionou as características dos materiais que constituem o pano de chão e o calçado, às diferenças de aderência proveniente do contato desses objetos com o piso molhado “ante derrapante”. Sua declaração, portanto, se encontra fundamentada nas idéias de que o atrito depende das características dos materiais das superfícies de contato, bem como, da lubrificação dessas superfícies.

Em síntese, os alunos (A, C, D, E, G, e H) demonstraram concordar que produtos como a água e a cera diminuem o atrito existente entre duas superfícies, enquanto que o aluno (F) demonstrou acreditar que os referidos produtos aumentam o atrito entre superfícies em contato. Como discutido, essa relação atribuída pelo aluno (F) às influências provocadas pela água ou pela cera junto à superfícies em contato, provocou um momento de discordância entre os alunos (C, E, e F), discordância esta que se fundamentou em diferentes interpretações acerca dos efeitos de produtos como a cera na intensidade do atrito.

### **Análise das discussões dos três últimos eventos cotidianos apresentados pelos alunos devido à solicitação (3) do professor**

Além dos três eventos cotidianos já analisados, outros três foram apresentados pelos alunos devido a uma nova solicitação do professor (solicitação-3) feita após a síntese da discussão dos primeiros eventos (elemento: III.II). Essa nova solicitação encontra-se discriminada no trecho (1.10) e refere-se à utilidade de variações da intensidade do atrito em situações cotidianas.

#### **Trecho (1.10): Solicitação (3) do professor**

*III.II P: Uma última coisa para a gente discutir, é o seguinte: eu gostaria que vocês falassem algumas situações onde o atrito é considerado algo bom ou positivo, e situações onde ele é considerado algo ruim ou negativo.*

Após a referida solicitação do professor, três novos eventos cotidianos foram apresentados e discutidos pelos alunos. Tais eventos são os seguintes: (1.4) Andando de patins; (1.5) Os pneus, o asfalto e as condições do tempo; (1.6) O nadador. Na seqüência, os referidos eventos são apresentados e analisados.

#### **Evento cotidiano (1.4) Andando de patins**

O trecho (1.11) apresenta a discussão do evento (1.4), discussão esta que veio à tona devido à solicitação (3) do professor.

### **Trecho (1.11): Transcrição do evento cotidiano (1.4)**

34) E: *Quem anda de patins tem que ter pouco atrito, e aqui ele (o baixo atrito) é positivo, em função de quem desliza sobre o piso.*

*Segundo momento de discordância.*

III.III P: *No caso do andar de patins, vocês acham que essa situação deve exigir um atrito grande ou baixo?*

35) F: *Grande!*

II.II 36) E: *Eu acho que deve ser baixo para poder deslizar mais!*

II.III 37) F: *Mais se for muito baixo ele não para na lateral! Se ele for zero, por exemplo: porque as rodinhas deles não podem ser de ferro? E não pode, porque, porque não vai dar contato com o piso e ele pode numa curva ou algo parecido, derrapar, porque não seguram, eles (os fabricantes de patins) já procuraram outro elemento para poder dar aderência se não ele derrapa, então eu acredito que ele não pode ser muito baixo.*

*Fim do segundo momento de discordância.*

O evento cotidiano (1.4), constituído por cinco declarações sendo quatro dos alunos e uma do professor, contou com a participação dos alunos (E, e F) e abordou a influência da intensidade do atrito no movimento de um patinador sobre uma pista de patinação.

Sua discussão pode ser caracterizada por um momento de discordância entre os referidos alunos. A referida discordância destaca-se por um conflito que surgiu devido a uma diferença de interpretação do evento “andar de patins” apresentada por esses alunos. Em outras palavras, para o aluno (E) tratava-se de uns patins sem rodas, enquanto que para o aluno (F), tratava-se de uns patins com rodas.

O referido momento de discordância iniciou-se por ocasião da atitude questionadora do professor (elemento: III.III) atitude esta que procurou enfatizar a intensidade do atrito para as condições de movimento do patinador. Aparentemente os alunos (E, e F) interpretaram o evento de maneira diferente. Para (E) o melhor movimento do patinador só poderia ser alcançado em condições de pequeno atrito. Tal fato só é possível no caso dos patins não possuírem rodas, a fim de que os mesmos deslizem com facilidade sobre a pista de patinação. Para (F) o melhor movimento do patinador só seria alcançado se o atrito fosse alto, e isso somente é possível no caso dos patins possuírem rodas. Sua argumentação se fundamentou no fato de que um pequeno



atrito dificultaria ao patinador fazer as curvas, argumentação questionada pelo aluno (E). Na verdade as duas argumentações fazem sentido e não deveriam ser conflitantes se os participantes da discussão se apercebessem de que os patins imaginados por cada um deles possuíam características diferentes.

Em síntese, o evento cotidiano (1.4) discutido pelos alunos (E, e F) destacou-se por apresentar um conflito fundamentado nas diferentes características dos patins apresentadas por esses alunos.

### **Evento cotidiano (1.5) Os pneus, o asfalto e as condições do tempo, e evento cotidiano (1.6) O nadador**

O trecho (1.13) apresenta a discussão dos eventos (1.5 e 1.6), discussão esta que ocorreu de forma simultânea e que também veio à tona devido à solicitação (3) do professor.

#### **Trecho (1.13): Transcrição dos eventos cotidianos (1.5 e 1.6)**

38) A: *Na fórmula um a gente vê que de acordo com a pista, os engenheiros desenvolvem um composto de borracha para dar mais atrito, eles sempre buscam o melhor atrito, a melhor aderência.*

39) H: *É igual o carrinho de rolimã, acho que tem que ser mais alto o atrito dele, não é?*

40) E: *E na água? O que ocorre na água? (esse aluno é nadador)*

III.III P: *E na água, vocês acham que na água tem ou não tem que ter atrito?*

41) E: *Tem que ter pouco atrito para deslizar mais.*

III.III P: *Você acha que os professores de educação física, os técnicos de natação pensam coisas para aumentar ou diminuir o atrito do atleta com a água?*

42) Alunos (F e H) *Têm que diminuir!*

43) H: *Todo nadador, você pode ver que ele depila, porque o pelo dá atrito, ele adere na água, por isso amigo (aluno E), comece a fazer depilação (risos), tem que diminuir o atrito.*

44) G: *Quer dizer que no caso da água o atrito baixo é bom!*

45) C: *Para o caso de uma pista se o atrito for baixo ele vai deslizar, derrapar.*

46) A: *Ele vai perder aproveitamento de potência de motor, e além de correr o risco de sair da pista ele não consegue desenvolver toda velocidade que o motor tem, a roda vai girar em falso.*

*III.I P: Tentem imaginar na cabeça de vocês, a roda vai girar, ela está em contato com o chão, se o chão for muito liso ela fica girando em falso (faz um som com a boca: zzzzziiii)*

*47) I: Imagine um carro no brejo, roda em falso.*

*48) G: É o caso de um carro com o pneu careca! Imagine esse carro entrando na garagem que tem esses pisos frios (ladrilho), se o piso estiver molhado veja se ele entra!*

*49) B: Perde a aderência.*

*50) F: Outra coisa, muito peso aumenta o atrito, porque um carro se ele com a rotatividade do motor e ele pesar 200kg, com a capacidade do giro do motor ele não conseguiria andar.*

*III.III P: Vocês acham que o peso aumenta ou diminui o atrito?*

*51) E: Aumenta o atrito.*

*III.III P: Então muito atrito ou pouco atrito é bom ou ruim?*

*52) A: Depende da situação! Se o cara estiver nadando como um peixe na água, ele precisa ir cada vez mais veloz, se tiver menos atrito para segurar ele é melhor. Na situação da roda do carro, se a roda do carro estiver girando e não tiver atrito, o carro não sai do lugar, a roda fica girando em falso. Em um lugar onde você está andando como no supermercado, se tiver pouco atrito entre seu pé e o chão, é perigoso você escorregar e cair.*

*53) G: É isso mesmo, no caso da fórmula um, se estiver chovendo eles colocam um pneu próprio para chuva, um pneu que aumenta o atrito. Se estiver seco, eles colocam outro pneu de acordo com o tempo.*

*54) C: Se eles colocarem um pneu para o seco em um dia de chuva, o carro desliza.*

Os eventos cotidianos (1.5 e 1.6) discutidos simultaneamente, contém vinte e duas declarações, sendo dezessete dos alunos e cinco do professor. A discussão desses eventos, proveniente da solicitação (3) do professor, abordou a relação existente entre o atrito, os pneus e as condições do asfalto ou do piso (evento-1.5), e a intensidade do atrito existente entre a água e o nadador (evento-1.6). Participaram da discussão do evento (1.5) os alunos (A, B, C, E, F, G, e H), enquanto que da discussão do evento (1.6) os alunos (E, G, e H).

A discussão foi iniciada pelo aluno (A). Ele enfocou a relação “características dos pneus de um carro de fórmula-1 em e condições do asfalto da pista (evento-5)”, afirmando que os engenheiros que trabalham nesta modalidade esportiva procuram compostos de borracha que produzam o melhor atrito entre os pneus e o asfalto. Na sequência, o aluno (H) afirmou que assim como para os carros de fórmula-1, os carrinhos de rolimã também devem possuir um atrito auto para se locomoverem adequadamente.

Após a declaração do aluno (H), o aluno (E) ao mesmo tempo em que propôs uma questão, introduziu a discussão do evento (1.6) evento este que representava uma experiência cotidiana sua, ou seja, a de nadar. Naquele momento o professor participou pela primeira vez da discussão simultânea (elemento: III.III) retomando e reforçando a questão apresentada pelo aluno (E). Momentaneamente, a discussão do evento (1.5) foi interrompida, e os alunos (E, F, G, e H) passaram a discutir o evento (1.6). Em tal discussão, o aluno (E) afirmou que na água existe o atrito, e quanto menor for esse atrito mais o nadador irá deslizar. O professor em sua segunda participação procurou retomar o problema contido na solicitação (3), mas não obteve retorno do aluno (E) e sim dos alunos (F, G, e H) que afirmaram que um atrito pequeno favorece um melhor movimento de um atleta na água. Destaca-se na discussão do evento (1.6) a declaração do aluno (H) que apresentou a experiência da depilação como uma maneira de diminuir o atrito, e por consequência, aumentar a velocidade de nadadores.

A discussão do evento (1.5) foi retomada pelo aluno (C) por meio da comparação entre as condições de pequeno atrito na água e em uma pista de fórmula -1. Ele fez tal comparação após o aluno (G) concluir que para a prática da natação o atrito pequeno é positivo. Aqui o professor participou pela terceira vez da discussão simultânea apresentando uma unificação sonora da situação de uma roda que por estar sobre uma superfície lisa, gira em falso. O professor levando em conta o fato dos alunos terem deficiência visual utilizou-se de um recurso sonoro, fazendo com a boca o som de uma roda girando em falso (elemento: III.I). Na discussão do evento (5), relações como: “com um pequeno atrito o carro pode sair da pista”, “a roda vai girar em falso”, “se o piso estiver molhado ele não entra na garagem”, foram estabelecidas pelos alunos participantes de tal discussão.

Outra relação estabelecida pelos alunos (E, e F), na discussão do evento (1.5), foi a da intensidade do atrito com o “peso”. Esses alunos afirmaram que o “peso” aumenta o atrito existente entre duas superfícies. Para o aluno (F) as dificuldades do movimento de um carro cujo “peso” seja elevado, se devem ao grande atrito provocado pelo referido peso. O aluno (E) por sua vez não relacionou dificuldades de movimento à intensidade do atrito, entretanto, devido à quarta participação do professor (elemento: III.III), declarou que o “peso” aumenta o atrito. A referida relação estabelecida por esses alunos, apesar de não ter sido compartilhada por nenhum outro aluno, também não foi questionada.

A quinta participação do professor (elemento: III.III), provocou declarações dos alunos (A, C, e G) que representam sínteses conceituais acerca da influência da intensidade do atrito para as melhores condições de movimento. Dessas sínteses, a apresentada pelo aluno (A) é a mais completa. Ele abordou a relatividade que cerca a questão da intensidade do atrito e do movimento, afirmando que dependendo da situação, como por exemplo, a da natação, um pequeno atrito favoreceria o movimento do nadador, enquanto que para a situação dos pneus de um carro, o movimento do mesmo seria favorecido por maiores intensidades de atrito.

Em síntese, discutiu-se devido aos eventos (1.5 e 1.6) as relações entre a intensidade do atrito e as condições para o movimento de carros e de nadadores. Alguns alunos dos quais

destaca-se o aluno (A) apresentaram sínteses sobre o tema discutido expondo a relatividade da intensidade do atrito para a obtenção de tais condições. Os alunos (B, e I) participaram de maneira discreta com pequenas declarações na discussão do evento (1.5). Contudo, destaca-se a participação do aluno (B) por ser a única participação sua no segundo momento dessa atividade.

### **5.1.3-TERCEIRA PARTE DA ATIVIDADE (1): MOMENTO DE APRESENTAÇÃO DE MODELOS, SÍNTESES E CONCLUSÕES**

Este momento finalizou a atividade (1). O professor buscando apresentar modelos científicos relacionados ao surgimento do atrito (elemento: III.IV), e uma organização dos temas discutidos (elemento: III.I), utilizou-se de um toca CD para apresentar aos alunos um texto falado denominado: “Entre tapas e beijos”.

#### **Texto: Entre tapas e beijos**

*“Na Física, a idéia de contato está relacionada à interação que surge quando objetos se tocam. Podemos entender essa idéia se pensarmos em nosso próprio corpo. Ele está equipado para sentir estas interações, que podem se manifestar sob as mais diferentes formas, produzindo uma grande variedade de sensações em nossa pele. Uma boa bofetada, por exemplo, corresponde a uma interação entre a mão de quem bate e a face de quem recebe, assim como um carinho. Do ponto de vista da Física essas duas interações são de mesma natureza. Uma diferença básica entre elas é a intensidade da força aplicada: um tapa, em geral, significa uma força muito mais intensa do que um carinho. Porém, há outra diferença importante entre o tapa e o carinho: a direção da força aplicada. Em um tapa, a força é na direção perpendicular à face da vítima e no carinho, em geral, essa força ocorre numa direção paralela à pele. Essa distinção também ocorre em outras situações em que existe o contato entre os objetos. Em batidas, chutes, pancadas, beijos, espetadas, ou mesmo simplesmente quando um objeto se apóia sobre outro, temos forças que agem na direção perpendicular ou normal à superfície dos objetos e por isso são denominadas forças normais. Em outros casos, a força aparece na direção paralela à superfície. É o que ocorre em situações como arranhões, raspadas, esfregadas, deslizamentos, etc. Em geral, essas forças recebem o nome de forças de atrito. Portanto, os efeitos das forças de contato entre objetos dependem da maneira como são aplicadas, paralela ou perpendicular à superfície. Mas não é só isso que influi. Também são importantes: a intensidade da força, as características dos objetos e de suas superfícies, e o tempo em que eles permanecem em contato” (Copelli, et. al. 1998).*

Por meio dos eventos cotidianos “tapa” e “carinho” abordados no texto, foram apresentados dois tipos de interação entre superfícies, a interação perpendicular à superfície (tapa), e a interação paralela à superfície (carinho), (elemento: III.IV). O professor com a finalidade de apresentar aos alunos um referencial sonoro (papapa) explicou batendo sua mão perpendicularmente à mesa, (elemento: III.I), que ao contrário das interações perpendiculares, o atrito surge das interações paralelas entre superfícies. Deslizando sua mão paralelamente à mesa e produzindo um ruído (xixixixi), (elemento: III.I), ele procurou evidenciar as diferenças existentes entre os dois referidos tipos de interação, e mostrar que o atrito surge das interações paralelas, (elemento: III.IV).

Em seguida o professor a fim de explicar individualmente as diferenças entre as duas interações citadas, locomoveu-se entre os alunos. Pegando em suas mãos e interagindo-as com a mesa das maneiras descritas, ou seja, batendo-as levemente e esfregando-as à mesa (elemento: III.I), ele apresentou aos alunos, as definições de “perpendicular” e “paralelo”, relacionando a primeira ao conceito de “força normal” e a segunda ao de “força de atrito”, (elemento: III.IV). O professor notou durante a audição do texto, que havia a necessidade de apresentar aos alunos a referida explicação, já que, o texto abordava a relação citada. Dessa forma, ele interrompia a fala do texto, e depois de dar as explicações que julgava necessárias, ligava novamente o toca CD dando continuidade a exposição do mesmo. Observou-se que durante a fala do texto, os alunos se mostravam muito atentos e concentrados ao seu conteúdo. Ao final da fala do texto, encerrou-se a atividade (1).

#### **5.1.4- A ATIVIDADE (1) ENQUANTO AMBIENTE DE APRENDIZAGEM**

De acordo com o exposto anteriormente, os seis eventos cotidianos apresentados pelos alunos, geraram entre eles um debate no qual discutiu-se a relação entre o polimento das superfícies de contato e a intensidade do atrito, e a influência de produtos como a água e a cera na intensidade do atrito. Em outras palavras, por meio da discussão dos referidos eventos, os alunos se envolveram em um contexto reflexivo e argumentativo no qual um “conjunto conceitual” era utilizado por eles em suas explicações. Esse “conjunto conceitual” que pode ser identificado nas relações entre causa e efeito estabelecidas pelos alunos em suas declarações é explicitado aqui de forma sintética por seis proposições (ver capítulo IV) denominadas “hipóteses”. Tais hipóteses, portanto, representam uma síntese dos conceitos que fundamentaram as explicações apresentadas pelos alunos aos problemas decorrentes dos eventos cotidianos.

O quadro (1.3), apresenta a relação entre cada hipótese e a numeração das declarações que contém a utilização de tal hipótese.

Quadro (1.3): Relaciona para a atividade (1) cada hipótese ao número correspondente a cada declaração.

Hipóteses	Números das declarações
(1) O atrito resulta do contato entre duas superfícies. O polimento e as características dos materiais que constituem tais superfícies interferem na intensidade do atrito.	1 (A), 3 (I), 4 (C), 5 (A), 6 (F), 7 (D), 8 (G), 9 (A), 10 (I), 11 (C), 12 (D), 13 (H), 14 (I), 15 (A), 16 (G), 17 (D), 18 (I), 19 (H), 20 (E), 21 (G), 22 (C), 24 (A)
(2) Produtos como a cera ou a água diminui o atrito entre duas superfícies.	2 (A), 23 (H), 24 (A), 25 (H), 26 (D), 27 (E), 29 (E), 30 (C), 32 (A), 33 (G)
(3) Produtos como a cera pode aumentar o atrito entre duas superfícies.	28 (F), 31 (F)
(4) Um atrito pequeno facilita o movimento de objetos sem rodas.	34 (E), 36 (E), 41 (E), 42 (F), 43 (H), 44 (G), 52 (A)
(5) Um pequeno atrito dificulta o movimento de objetos sobre rodas.	35 (F), 37 (F), 38 (A), 39 (H), 45 (C), 46 (A), 47 (I), 48 (G), 49 (B), 52 (A), 53 (G), 54 (C)
(6) O peso aumenta o atrito.	50 (F), 51 (E)

Como se pode observar no quadro (1.3), das seis hipóteses identificadas, as hipóteses (1) representada por vinte e duas declarações, (2) representada por dez declarações, (4) representada por sete declarações, e (5) representada por doze declarações, se mostraram significativas por totalizarem cinquenta e uma de um total de cinquenta e quatro declarações. Observa-se que a declaração (24) foi relacionada a duas hipóteses (1 e 2) e a declaração (52) foi da mesma forma relacionada a duas hipóteses (4 e 5), e dessa forma, as cinquenta e uma declarações representam na verdade quarenta e nove delas. As hipóteses (3) representada por duas declarações, e (6) representada também por duas declarações, se mostraram muito menos significativas entre os alunos, já que foram utilizadas em momentos isolados dentro do debate. A declaração de número (40) não foi interpretada e relacionada a uma hipótese por se tratar de uma questão apresentada pelo aluno (E) questão esta que deu início à discussão do evento (6).

Outra relação observada é a existente entre cada aluno e o conjunto de hipóteses utilizado por ele em suas declarações. Nesta perspectiva, o aluno (A) apresentou doze declarações durante o debate dos seis eventos cotidianos. Dessas doze, cinco estavam fundamentadas na hipótese (1), três fundamentadas na hipótese (2), uma na hipótese (4), e três estavam fundamentadas na hipótese (5). O aluno (B) apresentou apenas uma declaração fundamentada na hipótese (5). O aluno (C) apresentou seis declarações, sendo três fundamentadas na hipótese (1), uma na hipótese (2), e duas na hipótese (5). O aluno (D) apresentou cinco declarações das quais três estavam fundamentadas na hipótese (1) e duas na hipótese (2). O aluno (E) apresentou sete declarações sendo uma relacionada à hipótese (1), duas à hipótese (2), três relacionadas à hipótese (4), e uma à hipótese (6). O aluno (F) também apresentou sete declarações das quais uma estava relacionada à hipótese (1), duas à hipótese (3), uma à hipótese (4), duas à hipótese (5), e uma à hipótese (6).

Das seis declarações apresentadas pelo aluno (G), três delas estavam relacionadas à hipótese (1), uma estava relacionada à hipótese (2), uma à hipótese (4), e duas delas estavam relacionadas à hipótese (5). O aluno (H) também apresentou seis declarações. Dessas seis, duas estavam relacionadas à hipótese (1), duas à hipótese (2) uma à hipótese (4) e uma à hipótese (5). Por fim, o aluno (I) apresentou cinco declarações das quais, quatro estavam relacionadas à hipótese (1) e uma à hipótese (5).

Analisando as hipóteses à luz da categoria compreensão, pode-se explicitar as características das atitudes de compreensão utilizadas pelos alunos durante o debate. O quadro (1.4) apresenta uma relação entre cada hipótese e as atitudes de compreensão adotadas pelos alunos durante o debate.

Quadro (1.4): Relação para a atividade (1) entre as hipóteses e as atitudes definidas na categoria compreensão.

Alunos:	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Hipótese (1)	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Compartilhou	Compartilhou	Compartilhou	Compartilhou	Compartilhou	Compartilhou
Hipótese (2)	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Compartilhou	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Compartilhou	Não demonstrou atitudes
Hipótese (3)	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Questionou por meio da hipótese (2)	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes
Hipótese (4)	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Questionou por meio da hipótese (5)	Compartilhou	Compartilhou	Não demonstrou atitudes
Hipótese (5)	Compartilhou	Compartilhou	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Questionou por meio da hipótese (4)	Compartilhou e defendeu	Compartilhou	Compartilhou	Compartilhou
Hipótese (6)	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes

Como mostra o quadro (1.4) as hipóteses (1, 2, 4, e 5) foram intensamente compartilhadas (elemento: II.I), e de maneira discreta as hipóteses (2, 3, 4, e 5), foram questionadas (elemento: II.II) ou defendidas (elemento: II.III), por ocasião dos momentos de discordância. A hipótese (6) por sua vez, foi discretamente compartilhada (elemento: II.I), sem receber, contudo, qualquer tipo

de questionamento. Não se observou, de acordo com o quadro (1.4), a necessidade de reformulações de hipóteses (elemento: II.IV).

Dessa forma, observando o nível de compartilhamento e de questionamento das seis hipóteses identificadas, entende-se que os alunos ao apresentarem suas explicações aos problemas decorrentes dos eventos cotidianos, apoiavam-se fortemente na idéia de que: O atrito é resultado do contato entre superfícies. Sua intensidade depende do polimento e da natureza dos materiais que constituem tais superfícies, bem como da lubrificação entre as mesmas, lubrificação esta que juntamente com o polimento, diminuem o atrito e facilitam o movimento (hipóteses: 1, 2, 4, e 5). A idéia de que o peso aumenta o atrito (hipótese-6), e por conseqüência, dificulta o movimento, apesar de não ter sido compartilhada de uma maneira significativa, não recebeu questionamentos. Já a idéia de que produtos como a água ou a cera podem aumentar o atrito. (hipótese-3), além de não ter sido compartilhada significativamente entre os alunos, recebeu questionamentos fundamentados na idéia contida na hipótese (2), hipótese esta significativamente compartilhada.

Assim, como mostram os quadros (1.3) e (1.4), enquanto ambiente de aprendizagem, a atividade aqui analisada, mostrou-se capaz de contextualizar o fenômeno do atrito e gerar discussões fundamentadas em compartilhamentos de conceitos comuns aos alunos. Por outro lado, a referida atividade mostrou-se menos eficaz em produzir significativos momentos de questionamentos, defesas ou reformulações de hipóteses, fato este que pode dever-se ao seu objetivo principal que foi a contextualização do fenômeno do atrito, objetivo este que determinou sua elaboração.

Portanto, a partir das análises efetuadas, conclui-se que a atividade (1), foi capaz de proporcionar aos alunos condições para que os mesmos: (1) Observassem propriedades do atrito por meio do tato; (2) Relacionassem suas observações a eventos da vida cotidiana; (3) Apresentassem e discutissem tais eventos; (4) Formulassem e expusessem hipóteses durante a discussão dos referidos eventos; (5) Ouvissem por meio do professor ou do texto falado “Entre tapas e beijos” modelos e sínteses relacionadas ao conceito de atrito. Dessa forma, a atividade (1) ao contextualizar o fenômeno do atrito, proporcionou condições adequadas para que uma discussão mais aprofundada sobre este assunto pudesse ser feita, discussão esta que foi reservada para a atividade (2).





## **5.2-ANÁLISE DA ATIVIDADE (2)**

### **VIVÊNCIA DO ATRITO: PARTE B: O ATRITO E O CONCEITO DE DESACELERAÇÃO**

A atividade (2) contou com a participação de oito alunos, teve um tempo de duração de 57 min, e seu desenvolvimento prático se fundamentou em quatro momentos: (a) Momento de experimentação; (b) Momento de discussão de problemas; (c) Momento de exposição de modelos; (d) Momento de avaliação. Devido a sua estrutura, fundamentada na busca de soluções a um determinado problema central, os dois primeiros momentos dessa atividade ocorreram simultaneamente enquanto que os dois últimos ocorreram separadamente. Em outras palavras, na busca de soluções ao problema central colocado no início da atividade, os alunos ao mesmo tempo em que realizavam experimentos, propunham hipóteses para explicar o referido problema, ou outros problemas que surgiam durante o debate. No terceiro momento da atividade aqui apresentada, o professor por meio de discursos, de uma maquete e de um texto falado, apresentou aos alunos modelos científicos para o fenômeno do atrito (Modelos de Coulomb, e Eletromagnético) (Gaspar, 2000). No quarto momento, colocou-se aos alunos uma questão aberta relacionada ao atrito, e depois dos mesmos apresentarem respostas à referida questão, encerrou-se a atividade.

Na seqüência, serão analisados os quatro momentos da atividade (2) levando-se em conta as três categorias de análise definidas no capítulo (IV). Apesar dos momentos (a) e (b) terem ocorrido simultaneamente, suas análises, bem como, as dos momentos (c) e (d), por motivos organizacionais serão apresentadas separadamente.

#### **5.2.1-PRIMEIRA PARTE DA ATIVIDADE (2): MOMENTO DE EXPERIMENTAÇÃO**

Com o objetivo de proporcionar aos alunos participantes da atividade (2) condições para que os mesmos compreendessem a natureza do atrito e sua relação com o fenômeno da aceleração, desenvolveram-se três quites de materiais que foram utilizados no decorrer dessa atividade. A descrição dos referidos quites encontra-se na seqüência.

### **Kit (2.1): Reta normal e retas paralelas**

O kit (2.1) é constituído pelos seguintes materiais: (1) um pedaço de um cabo de vassoura de 30cm de comprimento, fixo perpendicularmente a uma pequena tábua de 30cm de comprimento por 20cm de largura. Com este objeto, pretende-se representar uma reta normal a uma superfície; (2) Três pedaços de madeira de 5cm de largura por 15cm de comprimento, fixos paralelamente a uma pequena tábua de 30cm de comprimento por 20cm de largura. Pretende-se com este objeto, representar retas paralelas.

Foto (2.1) Representação de uma reta normal a uma superfície.



Foto (2.2) Representação de retas paralelas.



Este material objetiva contribuir para a construção dos conceitos de força normal e de força de atrito, visto que, utiliza-se de um referencial tátil para a observação de retas dispostas perpendicularmente e paralelamente.

### **Kit (2.2): Deslizando diferentes blocos sobre diferentes superfícies**

O kit (2.2) é constituído pelos seguintes materiais: (1) duas superfícies, sendo uma áspera como uma lixa e outra bem lisa; (2) Blocos de madeira em formato de paralelepípedo, de mesmas superfícies, e diferentes massas (200g, 300g e 500g).

Foto (2.3) Blocos de madeira de diferentes massas.



Foto (2.4) Superfície lisa.



Foto (2.5) Superfície áspera.



Foto (2.6) Blocos de diferentes massas sobre as superfícies.



### **Kit (2.3): Maquete do atrito**

O kit (2.3) é constituído pelos seguintes materiais: (1) uma superfície enrugada; (2) um bloco enrugado. Para se obter esses objetos enrugados, foram coladas pedras sobre suas superfícies. Esses objetos têm por objetivo representar macroscopicamente o contato entre duas superfícies.

Foto (2.7) Superfície enrugada.



Foto (2.8) Bloco sobre a superfície enrugada.



Foto (2.9) Bloco sobre a superfície.



No início da atividade, o professor dividiu aleatoriamente os alunos em três grupos (elemento: III.I) que ficaram constituídos da maneira representada no quadro (2.1).

Quadro (2.1) Relaciona para a atividade (2), cada grupo com os alunos pertencentes ao mesmo.

<b>Grupos</b>	<b>Alunos</b>
Grupo (1)	A, B, e I
Grupo (2)	C, D, e G
Grupo (3)	F, e H

Como pode ser observado no quadro (2.1) o aluno (E) não participou da atividade (2). No dia da realização da mesma, ele teve um compromisso relacionado com a prática de natação.

Depois da divisão dos alunos, o professor objetivando retomar a discussão dos conceitos de “força normal” e “força de atrito”, conceitos estes trabalhados no final da atividade (1), distribuiu a cada grupo um quite (2.1) (elemento: III.I). O professor com o auxílio do referido quite e tocando nas mãos dos alunos, explicou a eles novamente os conceitos de “reta normal” e “retas paralelas”, relacionando-os aos conceitos de “força normal” e “força de atrito” (elemento: III.I). Em seguida, os alunos por algum tempo continuaram discutindo com seus colegas de grupo esses conceitos. Numa atitude colaborativa, aqueles alunos que haviam compreendido melhor os conceitos citados, explicavam a seus colegas de grupo fazendo-os tocar nos objetos do quite (2.1), as definições de “reta normal a uma superfície” e “retas paralelas”. Na seqüência, apresentam-se algumas declarações dos alunos sobre os conceitos de reta normal e retas paralelas.

*A: Isso aqui é uma reta normal, repare que ela sai da mesa.*

*B: Ela é perpendicular.*

*A: Essas aqui são paralelas, me de aqui as suas mãos (mostra com as mãos o que são retas paralelas ao aluno (B)).*

*B: É uma do lado da outra.*

*A: Isso aqui é paralelo (mostra ao aluno (D) as retas paralelas) isso aqui é normal (mostra ao aluno (D) a reta normal).*

*D: Eu não sabia que paralelo era assim (toca as retas paralelas) e que perpendicular era assim (toca a reta normal).*

*F: Esse que sobe da mesa é perpendicular.*

*H: Esse um do lado do outro é paralelo.*

*C: Normal é esse aqui em pé.*

*I: Normal é essa que sai reta para cima.*

*E: Normal é o tapa na mesa (da um tapa na mesa).*

*E: Paralelo é como o carinho (desliza a mão na mesa).*

*F: Se eu bater assim (bate na mesa com as mãos na direção da reta normal) não vai dar o atrito.*

Como mostram as declarações transcritas, por meio do texto falado apresentado na atividade (1) (Entre tapas e beijos) e do quite (2.1), os alunos conseguiram discutir os conceitos de reta normal e retas paralelas. Dessa forma, a utilização do referido quite no início da atividade (2), representou a partir de um referencial tátil, a retomada da discussão sobre o atrito, discussão esta contextualizada na atividade (1).

Dando seqüência ao desenvolvimento da atividade (2), o professor distribuiu aos grupos o quite (2.2) e ligou o toca CD no problema central da atividade (2) que foi falado aos alunos (elemento: III.I).

### **Problema central da atividade (2)**

*“Quais são os principais fatores que influenciam o movimento do bloco? O “peso” do objeto é importante? Seu formato é importante? Ambos são importantes? Como podemos descobrir?”*



Após as referidas ações organizacionais do professor, o mesmo solicitou aos alunos (solicitação-1) para que interagissem com os materiais do quite (2.2). O trecho (2.1) apresenta tal solicitação do professor.

**Trecho (2.1): Solicitação-1 do professor**

*III.II P: Eu gostaria que vocês buscassem respostas à questão colocada. Para isso, interajam com os materiais sobre a mesa, façam os blocos entrarem em movimento sobre essas duas superfícies de várias maneiras.*

Depois da referida solicitação, os alunos movimentaram de várias maneiras os blocos de diferentes massas sobre as diferentes superfícies. Exemplo: com as mãos constantemente sobre os blocos fazendo um tipo de vai e vem, empurrando e tirando as mãos, mudando o lado de contato com a superfície de apoio, fazendo os blocos passarem de uma superfície para outra. Podendo interagir livremente com os objetos do quite (2.2), os alunos propuseram vários tipos de experimentos e problemas que foram discutidos por eles em um debate constituído por setenta e três declarações. Tais declarações, hora representavam afirmações que descreviam experimentos, qualidades dos materiais ou propostas de experimentos, hora representavam eventos cotidianos ou explicações ao problema central.

O quadro (2.2) apresenta uma relação entre os elementos de observação e os alunos participantes da atividade (2).

Quadro (2.2) Relação para a atividade (2), entre os alunos e os elementos de observação.

Aluno	Descreveu a observação de experimentos	Descreveu a observação de materiais	Descreveu a observação de qualidades	Propôs experimentos
A	Quinze vezes	-	Uma vez	-
B	-	-	-	-
C	Uma vez	-	-	-
D	Duas vezes	-	-	-
F	Treze vezes	-	Uma vez	Quatro vezes
G	Sete vezes	-	Uma vez	-
H	Sete vezes	-	-	Dois vezes
I	Três vezes	-	-	-

Como mostra o quadro (2.2), das setenta e três declarações que constituíram os momentos de experimentação e de discussão de problemas, os alunos apresentaram cinquenta e seis afirmações relacionadas à observação do fenômeno estudado. Dessas, quarenta e sete estavam

relacionadas à descrição da observação de experimentos (elemento: I.I), três à descrição da observação de qualidades dos materiais (elemento: I.III), e seis afirmações estavam relacionadas à propostas de realização de experimentos (elemento: I.IV). Não foram identificadas afirmações que pudessem ser relacionadas à descrição da observação de materiais (elemento: I.II).

Os alunos (A, F, e G) foram os únicos a apresentarem afirmações relacionadas à descrição de qualidades (elemento: I.III) e os alunos (F, e H) foram os únicos a proporem a realização de experimentos (elemento: I.IV). O aluno (B) não apresentou nenhuma declaração que pudesse ser enquadrada na categoria observação.

Em síntese, pela quantidade, bem como, pela qualidade das afirmações relacionadas aos elementos de observação, é possível notar que a atividade (2), motivou os alunos à interagirem com os materiais do quite (2.2). Como será mostrado na segunda parte da análise dessa atividade, alguns alunos ao buscarem respostas ao problema central, criavam experimentos e falavam deles. Os outros alunos faziam o que aqueles tinham acabado de realizar e declaravam o que observavam.

Portanto, o momento de experimentação se mostrou eficaz sobre o ponto de vista da realização de experimentos, da concentração, do interesse, e da comunicação entre os alunos, além de proporcionar as condições adequadas para a realização de um debate acerca do fenômeno do atrito, debate este exposto e analisado na seqüência.

### **5.2.2-SEGUNDA PARTE DA ATIVIDADE (2): MOMENTO DE DISCUSSÃO DE PROBLEMAS**

Como já foi mencionado no início da análise dessa atividade, o momento de experimentação ocorreu simultaneamente ao momento de discussão de problemas. Isso significa que as cinquenta e seis declarações relacionadas aos elementos de observação, juntamente com as outras dezessete que não foram relacionadas a tais elementos, constituíram um debate no qual descrições de observações e hipóteses para explicar o problema central, eram apresentadas pelos alunos. Em outras palavras, por apresentarem relações de causa e efeito, algumas das cinquenta e seis declarações enquadradas na categoria observação, também puderam ser analisadas levando-se em conta a categoria compreensão.

Para realizar a análise, fragmentou-se o debate em três trechos que contém estratégias desenvolvidas pelos alunos para a busca de soluções ao problema central. Cada trecho aborda a discussão de um fator principal causador de influência no movimento dos blocos, ou seja, o peso,

a área de contato e o polimento das superfícies de apoio. Dessa forma, a busca de soluções apresentada pelos alunos ao problema central foi realizada tendo em vista a solução de três outros problemas, que em conjunto, representam o problema central. Tais problemas são os seguintes: (2.1) Influência do peso na mobilidade dos blocos; (2.2) Influência da área de contato na mobilidade dos blocos; (2.3) Influência do polimento das superfícies de apoio na mobilidade dos blocos. O problema (2.1) é constituído por trinta e seis declarações, o problema (2.2), é constituído por onze declarações, e o problema (2.3) é constituído por vinte e seis declarações, totalizando setenta e três declarações dos alunos. Na seqüência, apresenta-se a análise dos três problemas considerados.

### **Problema (2.1): Influência do peso na mobilidade dos blocos**

O trecho (2.2) apresenta a discussão do problema (2.1), discussão esta que se fundamentou na relação entre o peso, a intensidade do atrito, e a mobilidade dos blocos.

### **Trecho (2.2): apresenta a transcrição da discussão do problema (2.1)**

1) G: *Quais seriam as principais diferenças no movimento dos blocos mais leves e mais pesados?*

2) I.I F: *O mais leve desliza melhor que o outro.*

III.III P: *Vocês acham que o peso dificulta o movimento?*

3) I.I F: *O leve desliza melhor aqui no áspero, só que aqui no liso ele se prende mais.*

4) G: *O peso aumenta ou diminui o atrito?*

5) B: *O peso aumenta o atrito.*

III.II P: *Façam agora a experiência de empurrar o bloco na superfície áspera.*

6) G: *é igual passar na lama, se você passar rápido ele às vezes passa, se você for devagar ele às vezes afunda.*

7) F: *É por causa do peso.*

8) G: *O peso vai acumulando, se você passar devagar no atoleiro o peso acumula, agora se você passa rápido não da tempo do peso se acumular.*

III.I P: *Explique para todos como é esta experiência de passar com o carro no atoleiro.*

9) G: *Quando você vai devagar, a tendência é o carro atolar, agora se você passa mais rápido não da tempo de aglomerar o peso nesse atoleiro, ai ele consegue passar sem atolar.*

*III.I P: O aluno (G) falou isto porque ele pegou o bloquinho mais pesado e fez a experiência de jogar este bloco pela superfície áspera e o bloco passou pela superfície, o de vocês está parando não é? Perguntou aos alunos (H) e (F).*

*10) I.I A: O pesado passou, mas você tem que fazer uma força muito grande!*

*III.II P: Faça com o mais leve.*

*11) H: Eu vou com os dois (jogou dois blocos ao mesmo tempo da superfície lisa para a áspera).*

*III.III P: O que aconteceu?*

*12) I.I H: Esse aqui (mais leve) parou um pouco mais a frente que este (mais pesado).*

*13) I.I G: Eu fiz o mesmo e o leve ficou para traz.*

*III.III P: Se empurrar dois blocos diferentes da lisa para a áspera quem é que vai mais longe?*

*14) I.I A: O meu foi o mais pesado.*

*15) I.I F: O meu foi o mais leve.*

*16) I.I I: O mais leve foi mais para frente.*

*III.III P: Como você fez a experiência aluno (A)?*

*17) I.I A: Eu alinhei os dois, coloquei uma mão atrás deles, a mesma mão, e empurrei (ele realiza a experiência).*

*18) I.I A: Outra vez, o mais pesado está levando vantagem (repetiu novamente a experiência).*

*19) I.I A: Agora foi o mais leve.*

*20) I.I H: O meu mais leve foi mais longe.*

*III.III P: O que o peso influencia neste experimento, ou seja, qual é a relação do peso com o atrito.*

*21) F: O mais pesado foi mais para frente não foi?*

*III.I P: No caso do aluno (H) foi o mais leve que foi mais à frente, repita a experiência (O aluno (F) alinha dois blocos de massa diferente e realiza o experimento).*

*22) I.I F: O mais pesado ganhou a corrida.*

*23) I.III F: Tem um detalhe aqui (observa tocando nos blocos) o mais leve é mais poroso, já o pesado é mais liso, por isso da mais deslizamento nele.*

24) I.I A: *Aqui o mais pesado está ganhando a corrida.*

25) C: *É difícil jogar os dois juntos!*

26) A: *É verdade, eu penso que é difícil você dar um impulso equivalente exato aos dois, acaba tendo uma diferença!*

27) I.IV H: *Mais você tem que empurrar os dois com uma mão só!*

28) I.I A: *Eu jogo com uma mão só, mas as vezes no jogar a posição que eu coloco a palma da mão e os dedos, da uma diferença.*

29) I.IV F: *Então da uma distância um do outro.*

30) I.I G: *Realmente dependendo da parte da mão que pegar vai dar mais impulso.*

31) I.I A: *Quem sair da palma da mão pega vantagem, recebe mais força.*

32) I.IV H: *Mais se você colocar a sua mão de frente e não de lado, cada um pega metade da palma da mão, ai você joga.*

33) F: *Acho que nesse caso o impulso é o mesmo.*

III.III P: *E ai, o que vocês acham?*

34) I.I H: *Ai ocorre o que aconteceu aquela hora, o pesado ficou e o leve passou, porque ai você vai jogar em uma força só (repetiu a experiência).*

35) I.I H: *Não falei, passou novamente.*

36) I.I F: *Só que esta questão é bem relativa, a madeira sendo mais fixa (lisa) e esse mais leve a madeira é mais porosa, e é por isto que ela agarra mais, você pode perceber que ela segura na lixa (superfície áspera).*

Como se pode observar na transcrição do trecho (2.2), participaram da discussão do problema (2.1) os alunos (A, B, C, F, G, H, e I). O aluno (F) apresentou dez declarações, o aluno (A) apresentou nove, os alunos (G, e H), apresentaram sete cada um e os alunos (B, C, e I) apresentaram uma cada um. O professor participou da discussão do problema (2.1) com onze declarações, sendo que dessas, três foram interpretadas como sendo ações colaborativas e organizacionais (elemento: III.I), duas como propostas (elemento: III.II), e seis foram interpretadas como sendo atitudes questionadoras (elemento: III.III).

A discussão do problema (2.1) teve seu início em uma questão apresentada pelo aluno (G), e em uma atitude questionadora do professor (elemento: III.III) que procurou relacionar o peso do objeto à sua mobilidade. O aluno (G) provavelmente influenciado pela audição do problema central, perguntou sobre as diferenças nos movimentos dos blocos mais leves e mais

pesados. Depois da referida questão apresentada pelo aluno (G), os alunos realizaram alguns experimentos e observações a fim de explicar a questão colocada. Descrições de observações como: “o mais leve desliza melhor”, “o mais leve parou um pouco mais à frente que o pesado”, “o leve ficou para trás”, “o pesado ganhou a corrida”, “o mais leve é mais poroso do que o áspero”, “dependendo da posição da palma da mão da mais impulso”, “você tem que empurrar os dois com uma mão só”, indicam que os alunos estavam interagindo com os materiais de diferentes maneiras, realizando vários experimentos, e com isto desenvolvendo estratégias para relacionar o peso, as condições do atrito e a mobilidade dos blocos.

Devido ao conjunto de diferentes observações realizadas pelos alunos, e as ações do professor, alguns alunos apresentaram relações de causa e efeito entre o peso, o atrito, e a mobilidade dos blocos. O aluno (B) ao responder uma questão colocada pelo aluno (G) declarou que o peso aumenta o atrito. Apesar do aluno (B) não se destacar pela quantidade de declarações, ele interagiu constantemente com os materiais e realizava todos os experimentos propostos, e dessa forma, sua declaração pode representar uma conclusão de suas observações.

O aluno (G) depois de ter realizado o experimento: “empurrar os blocos sobre a superfície áspera”, proposto pelo professor (elemento: III.II), atribuiu a diminuição brusca da velocidade do bloco que desliza sobre a superfície de maior atrito, ao “acúmulo do peso” desse bloco. Atendendo o pedido do professor (elemento: III.I) para que explicasse a todos a experiência de passar com o carro no atoleiro, o aluno (G), argumentou que se o bloco estiver deslizando sobre a superfície áspera com uma alta velocidade, não daria tempo de seu peso acumular sobre esta superfície devido ao pequeno tempo de contato entre o referido bloco e a superfície. Já se o bloco deslizesse com uma velocidade baixa, seu peso acumularia e dessa forma ele pararia de se mover. Para apresentar a explicação do “acúmulo do peso”, o aluno (G) comparou o movimento do bloco sobre a superfície áspera ao movimento de um carro em um atoleiro. De acordo com suas explicações, a intensidade da velocidade de um carro que se move sobre um atoleiro (superfície de terra encharcada com água) deve ser grande para que o “peso” do carro não acumule sobre a superfície e por consequência o carro não encalhe. Pode-se observar na explicação do aluno (G) as seguintes relações: (a) Quanto maior a intensidade do “peso” do objeto, maiores serão as dificuldades de seu movimento sobre a superfície áspera; (b) A velocidade é inversamente proporcional ao tempo.

Após as argumentações do aluno (G), o professor apresentou a todos uma síntese do experimento realizado pelo referido aluno (elemento: III.I), e a discussão em conjunto com a realização de novos experimentos teve seqüência. Destacou-se naquele momento do debate, o experimento realizado pelo aluno (H) que motivado em analisar a relação entre a distância percorrida por um bloco e seu peso, empurrou dois blocos de massas diferentes da superfície lisa para a áspera, e notou por meio do tato, que o bloco de menor massa havia parado à frente do de maior massa.

Todos os outros alunos realizaram o experimento de empurrar dois blocos de massas diferentes da superfície lisa para a áspera, e alguns deles (alunos: A, F, G, e I), descreveram suas

observações. Os alunos (A, e G), notaram que em seus experimentos, o bloco de menor massa havia percorrido uma menor distância se comparada com a do bloco de maior massa. Os alunos (F, e I) juntamente com o aluno (H) notaram exatamente o contrário, isto é, em seus experimentos, o bloco de menor massa atingiu uma distância maior se comparada com a do bloco de maior massa. Como as variáveis (polimento das superfícies dos blocos, posição das mãos que empurram os blocos, intensidade da força aplicada aos blocos etc.) que envolvem a realização desse experimento variavam entre os alunos durante a repetição do mesmo, surgiram entre eles, diferentes observações para o mesmo experimento.

Atento a este detalhe, o professor questionou o aluno (A) sobre como ele havia realizado seu experimento (elemento: III.III). O aluno (A) após dar as explicações ao professor, empurrou por duas vezes os blocos e observou resultados distintos, enquanto que o aluno (H) continuava observando que o bloco de menor massa ia mais longe que o de maior massa. Aproveitando-se das diferentes observações, o professor questionou os alunos sobre a relação do peso com o atrito (elemento: III.III). Tal questionamento levou o aluno (F) a realizar novamente o experimento e observar exatamente o contrário do que havia observado anteriormente, ou seja, que o bloco de maior massa percorreu uma distância maior do que o de menor massa.

Naquele momento, duas variáveis que envolvem a realização desse experimento foram apresentadas pelos alunos (C, e F) como possíveis fatores capazes de influenciar o movimento dos blocos. o aluno (C) constatou as dificuldades de empurrar os dois blocos ao mesmo tempo, e o aluno (F) observou que o bloco de maior massa se encontrava mais polido do que o de menor massa, o que segundo o aluno (F) levaria este (o de maior massa) a percorrer uma distância maior. Surgiram então propostas dos alunos (F e H) para a reformulação desse experimento. O aluno (H) propôs ao aluno (A) para que empurrasse os dois blocos com uma mão só, e o aluno (F) propôs que os blocos deveriam ser empurrados um pouco separados um do outro. Prontamente o aluno (A) declarou que mesmo atendendo as propostas dos alunos (F e H), os blocos continuariam sendo empurrados em condições diferentes, já que o bloco que fosse empurrado pela palma da mão receberia maior força. O aluno (H), com a finalidade de minimizar tal efeito propôs que a mão que vai empurrar os blocos deveria ser colocada com os dedos apontados para cima e não para os lados, proposta esta que levou o aluno (F) a concluir que nessas condições o “impulso” seria o mesmo para ambos os blocos.

A discussão do problema (2.1) teve seu fim nas declarações dos alunos (F e H). O aluno (H) concluiu que se as forças aplicadas aos blocos fossem as mesmas, o bloco de menor massa deveria percorrer a maior distância do que o de maior massa. O aluno (F), contudo, tornou relativa essa questão declarando que o polimento dos blocos é fator fundamental na mobilidade dos mesmos. Apenas para ressaltar, as conclusões atingidas por esses alunos procuravam justificar suas observações.

Em síntese, devido à discussão do problema (2.1), os alunos observaram a desaceleração dos blocos de diferentes massas sobre superfícies de diferentes polimentos, realizando dois experimentos principais: (a) empurrando um bloco de cada vez nas diferentes superfícies de

apoio; e (b) empurrando simultaneamente blocos de diferentes massas, da superfície lisa para a áspera. Devido às seguintes variáveis: (a) diferenças nos polimentos dos blocos; e (b) variação da posição da mão que empurra os blocos. Os alunos observaram resultados diferentes para os mesmos experimentos. Tal diferença nas observações gerou uma discussão fundamentada na proposta de experimentos que visava reduzir as variáveis para justificar determinada observação em detrimento de outra. A relação estabelecida pelos alunos entre o peso do bloco e o atrito ocorreu de maneira indireta. O que é possível notar nas declarações dos alunos é a observação tátil de uma maior dificuldade de empurrar um bloco de maior massa do que um de menor massa. A associação dessa dificuldade a um aumento na intensidade do atrito não ficou evidente nas declarações dos alunos. Todavia, a referida observação tátil das dificuldades de mover os blocos e a discussão realizada anteriormente sobre forças normal e paralelas, proporcionaram condições para que o professor relacionasse em momentos futuros da atividade, a intensidade do atrito à intensidade da força normal.

### **Problema (2.2): Influência da área de contato na mobilidade dos blocos**

O trecho (2.3) apresenta a discussão do problema (2.2), discussão esta que se fundamentou na relação entre a dimensão das faces dos blocos, a intensidade do atrito, e a mobilidade dos blocos.

### **Trecho (2.3): Apresenta a transcrição da discussão do problema (2.2)**

*III.III P: Vocês podem virar o lado do objeto. Virando o lado fica mais fácil ou mais difícil de empurrar?*

*37) I.I H: No lado menor do toquinho é mais difícil de mover.*

*38) I.III G: Essa parte aqui do toquinho, está mais lisa do que esta (mostra a diferença entre as faces do bloco).*

*III.III P: E o formato deles, se ao em vez de você empurrar assim (mostra uma das faces) você empurrar assim? (mostra a outra).*

*39) F: É que quando muda de lado ele tem outro lixamento ai muda a força que tem que fazer para empurrar.*

*40) I.I A: Quando diminui a área de atrito, o formato se torna diferente, por isso ele desliza menos.*

*III.III P: E o formato do bloco, qual é a influência do formato no movimento dos blocos? Tentem estudar a influência do formato com o movimento.*



41) I.I G: *Ele deitado é mais fácil de deslizar, agora nesta posição assim, (uma das faces menores como apoio) ele não vai (o bloco tombou durante o experimento). É porque quando diminui a área aumenta o atrito, ele tomba fácil.*

III.II P: *Empurrem levemente o bloco, tentem intuitivamente com o tato medir esta força que vocês fazem para empurrar o bloco nas diferentes posições.*

III.III P: *as forças que vocês estão fazendo são maiores, menores, ou não da para perceber?*

42) I.IV F: *Empurrem de bico!*

43) I.I F: *De bico fica mais maneirinho para empurrar ele.*

44) I.I F: *Se você pegar ele assim, (de ponta), você diminui o peso e ele fica mais fácil de empurrar.*

45) I.I A: *Na superfície lisa, parece que independe do lado que você coloca a força é sempre muito parecida. Na superfície áspera, nessa posição que ela se torna de menor contato, (colocou a parte menor em contato com a superfície áspera) é mais difícil de você conseguir empurrá-lo. Eu acho que isso ocorre porque na parte menor o atrito é maior. (II.IV) (observação da característica do lixamento das faces do bloco).*

46) I.III A: *Essa parte aqui (lado maior) e aqui (lado menor) parece que serrou (a parte menor) e adere mais.*

47) I.IV F: *Coloque só um biquinho dele na lixa para você ver.*

Como mostra o trecho (2.3), participaram da discussão do problema (2.2) os alunos (A, F, G, e H). Os outros alunos participantes da atividade (2) apesar de não apresentarem declarações relacionadas à discussão do problema (2.2), realizavam todos os experimentos e ficavam atentos às explicações. O aluno (F) apresentou cinco declarações, o aluno (A) apresentou três, o aluno (G), apresentou duas declarações, e o aluno (H) apresentou uma declaração. O professor participou da discussão do problema (2.2) com cinco declarações, sendo que dessas, uma foi interpretada como proposta (elemento: III.II), e quatro foram interpretadas como sendo atitudes questionadoras (elemento: III.III). Também foi necessário em determinado momento da atividade que o professor percorresse os grupos e explicasse um determinado experimento tocando nas mãos dos alunos. Essa atitude foi interpretada como sendo uma ação colaborativa e organizacional (elemento: III.I).

A discussão do problema (2.2) iniciou-se em uma questão apresentada pelo professor (elemento: III.III) questão esta que procurou relacionar a dificuldade para mover os blocos quando se varia a face de apoio desse bloco sobre as superfícies, e que foi retomada pelo professor por três vezes no decorrer do debate. Todos os alunos, envolvidos que estavam com a

atividade (2), e influenciados pela questão apresentada pelo professor, começaram a empurrar os blocos variando a face de apoio.

Foi possível notar que os alunos observaram duas variáveis que poderiam influenciar o movimento dos blocos. São elas: (a) As dimensões da área de contato (variável observada pelos alunos (A, e H)); e (b) o polimento das áreas de contato (variável observada pelos alunos (F, e G)).

As descrições de observações de experimentos apresentadas pelos alunos (A, e H), indicavam uma relação inversa entre a dimensão das faces de apoio e a mobilidade dos blocos. Em outras palavras, esses alunos observaram por meio do tato, que o esforço que deveria ser feito para mover o bloco sobre a superfície de apoio, aumentava quando o bloco era apoiado sobre sua face menor. Por outro lado, os alunos (F, e G) observaram uma diferença no polimento das faces dos blocos. Tal diferença ocorreu porque durante a confecção dos materiais houve por assim dizer um “erro positivo”. Os blocos foram feitos de madeiras de diferentes espécies e cortadas de modo diferentes, o que proporcionou uma variação no polimento dos mesmos. Dessa forma, o bloco de menor massa era mais áspero que o de maior massa, e o polimento das faces também era diferente. Os alunos (F, e G) notaram este fato e atribuíram essa causa como um dos possíveis motivos para explicar a maior dificuldade de mover os blocos apoiados sobre as faces menores.

O aluno (G) também observou que ao empurrar um dos blocos variando sua face de apoio, o mesmo tombava sobre a mesa quando apoiado sobre sua face menor. O aluno (G) atribuiu o tombo observado, ao polimento da face menor que a tornava mais áspera e mais aderente. O professor ao notar o efeito do tombo do bloco produzido pelo atrito, socializou o experimento realizado pelo aluno (G) e pediu aos alunos para que empurrassem levemente o bloco, a fim de que o mesmo não tombasse. Tocando nas mãos dos alunos, o professor percorreu os grupos mostrando a eles as diferentes formas de empurrar os blocos sobre as superfícies (elemento: III.I).

Depois das referidas explicações do professor, o mesmo solicitou aos alunos para que tentassem observar por meio do tato, alguma diferença na intensidade da força exercida por eles para empurrar os blocos hora apoiados sobre a face maior, hora apoiados sobre a face menor (elemento: III.II). Prontamente o aluno (F) propôs a realização de um novo experimento, ou seja, o experimento de segurar um dos blocos com uma das mãos, e fazê-lo deslizar apoiado em um de seus vértices. De acordo com suas observações, na posição descrita, existia uma maior facilidade para empurrar o bloco.

A discussão do problema (2.2) teve seu fim em duas declarações do aluno (A), e na retomada da proposta do problema apresentada pelo aluno (F). Nas declarações do aluno (A), o mesmo afirmou que a força para mover um bloco apoiado em qualquer de suas faces, sobre a superfície lisa, era sempre muito parecida. Já na superfície áspera, segundo o aluno (A), a força para empurrar o bloco era maior quando o mesmo se encontrava apoiado sobre sua face menor. Este fato de acordo com o referido aluno deveu-se aos diferentes polimentos das diferentes faces dos blocos, e não à suas dimensões. Cabe ressaltar que tal conclusão apresentada pelo aluno (A)

difere de outra conclusão apresentada por ele no início da atividade (2). A retomada da proposta feita pelo aluno (F) do experimento: empurrar um dos blocos apoiado em um de seus vértices, não produziu discussões entre os alunos.

Em síntese, por meio da discussão do problema (2.2), abordou-se a relação: dimensão das faces de apoio x dificuldade para mover os blocos. Em linhas gerais, a intensidade da força para mover um determinado bloco, foi relacionada a duas variáveis: (a) Dimensão da face de apoio; e (b) Polimento das faces de apoio. Dois experimentos foram realizados pelos alunos: (a) Empurrando blocos variando a face de apoio; e (b) Conduzindo blocos apoiados sobre um de seus vértices. Cabe ressaltar que a discussão considerada no problema (2.2), proporcionou condições para que o professor relacionasse em momentos futuros da atividade, a intensidade do atrito, as dimensões da face de apoio, e a mobilidade dos blocos.

### **Problema (2.3): Influência do polimento das superfícies de apoio na mobilidade dos blocos**

O trecho (2.4) apresenta a discussão do problema (2.3), discussão esta que se fundamentou na relação entre o polimento das superfícies de apoio, e a mobilidade dos blocos.

### **Trecho (2.4): Apresenta a transcrição da discussão do problema (2.3)**

48) I.I G: *Quando eu passo o toquinho na parte lisa ele corre mais, na lixa ele desliza menos.*

49) I.I F: *Outra experiência aqui, eu empurrei um toquinho e a reta normal da superfície lisa para a áspera, e os dois correram ao mesmo tempo.*

50) I.I F: *Outra coisa, a reta normal vem vindo muito bem aqui no liso, quando ela coloca só a ponta no áspero, já torna-se mais difícil para empurrar, é como se ela levasse um choque.*

III.I P: *Aluno (H) explique a todos o que você observou.*

51) I.I H: *Você empurra e ela vira.*

III.III P: *Como você percebeu?*

52) I.I H: *Pelo barulho, ela derrapou, olha como ela ficou! Em vez dela ir reto ela virou, derrapou.*

III.II P: *Empurrem o bloco da superfície lisa para a áspera.*

53) I.I F: *Aqui ele ganha o atrito (parte da frente) e para primeiro que aqui (parte de traz) por isso ele vira.*

III.I P: *Ele vem dessa parte (superfície polida) para esta (superfície áspera).*

*(Professor explica com as mãos para os alunos (B, e I) o experimento)*

54) I.I I: *Ele vira porque essa parte aqui (parte de traz do bloco) está meio rápida quando esta daqui (parte da frente ) entra no áspero.*

55) B: *Por isso ele derrapa.*

*Início de um momento de conflito entre os alunos (A, e G).*

56) I.I A: *Isso (o derrapar) depende da velocidade que ele chega no áspero, se ele vim com menos velocidade ele não derrapa.*

57 ) I.I G: *Não! Se ele vim com velocidade mais alta ele derrapa melhor. ( II.II).*

58) I.I A: *Não, ele derrapou, é o contrário aluno (G) , quanto mais velocidade mais ele derrapa, se vir mais lento ele entra mais reto. (II.III).*

59) I.I A: *Diminui a velocidade dele.*

*(O aluno (A) observa isto depois de ter feito o bloco se mover sobre as duas superfícies)*

*Fim do momento de conflito.*

III.III P: *Aqui podemos discutir uma questão: para que o bloco passe pela superfície lisa e depois pela áspera e saia e caia aqui na mesa, o que deve ocorrer?*

60) C: *Tem que colocar muita força nele!*

61) A: *Tem que colocar muita velocidade, tem que colocar mais força!*

62) C: *Eu acho que depende da força que empurramos eles.*

III.III P: *O que está acontecendo com as velocidades desses blocos quando vocês empurram de uma superfície mais lisa para uma superfície mais áspera?*

63) I.I C: *Diminui!*

64) I.I A: *Ele vem em uma alta velocidade e vai diminuindo até parar.*

65) I.IV F: *Vamos empurrar do áspero para o liso para ver o que ocorre.*

III.III P: *Vocês acham que a distância que o objeto atinge depende da velocidade com que ele começa a se mover?*

66) I.I G: *Depende da velocidade que ele sai, ele passa para o outro lado (liso) mais dependendo da velocidade que ele está ele para na parte áspera.*

67) I.I A: *A parte que tem mais atrito, ela diminui a velocidade dele, dependendo da intensidade que foi jogado, ele até atravessa, contudo de qualquer forma ele diminui a velocidade.*

68) I.I G: *A mão direita dá mais impulso que a mão esquerda. Na parte lisa da um pequeno toque ele já anda, agora chegando na parte áspera ele para logo.*

69) I.I F: *Do áspero para o liso você tem que dar mais força.*

70) I.I D: *No liso ele desliza mais fácil, e no áspero ele vai com mais dificuldade.*

71) I.I D: *A distância depende da força que a gente empurrar.*

72) I.I F: *Depende também da mão que a gente empurrar, a direita ou a esquerda, cada mão tem a sua habilidade.*

73) I.I I: *Aqui no liso a gente empurra com mais facilidade do que no áspero.*

De acordo com o trecho (2.4) participaram da discussão do problema (2.3) os alunos (A, B, C, D, F, G, H, e I), ou seja, todos os alunos participantes da atividade (2). Os alunos (A, e F) apresentaram seis declarações cada um, o aluno (G) apresentou quatro, o aluno (C) apresentou três declarações, os alunos (D, H, e I) apresentaram duas declarações cada um, e o aluno (B) apresentou uma declaração. O professor participou da discussão do problema (2.3) com sete declarações, das quais, duas foram interpretadas como ações colaborativas e organizacionais (elemento: III.I), uma como proposta (elemento: III.II), e quatro foram interpretadas como sendo atitudes questionadoras (elemento: III.III). Na discussão do problema (2.3), foi necessário que o professor percorresse os grupos para socializar um determinado experimento tocando nas mãos dos alunos. Essa atitude foi interpretada como sendo uma ação colaborativa e organizacional (elemento: III.I).

No início da discussão do problema (2.3), os alunos (G, e F) descreveram as observações dos experimentos que estavam realizando. O aluno (G) comparava a intensidade da força para mover os blocos nas superfícies lisa e áspera, enquanto que o aluno (F) movimentava simultaneamente um bloco de madeira e a maquete da reta normal (ver quite-2.1) da superfície lisa para a áspera. Ambos notaram por meio do tato, a maior dificuldade de mover um objeto na superfície áspera do que na superfície lisa.

O professor por meio de uma ação colaborativa e organizacional (elemento: III.I), socializou o experimento realizado pelo aluno (F) à todos os outros alunos. O aluno (H) ao repetir o experimento realizado pelo aluno (F) notou auditivamente o som da derrapagem do bloco ao passar da superfície lisa para a áspera, e verificou por meio do tato, a inclinação exibida pelo bloco em repouso sobre a superfície áspera devido a referida derrapagem. Naquele momento, os alunos (B, F, e I), apresentaram explicações semelhantes para o fenômeno da derrapagem. Segundo esses alunos, o menor polimento da superfície áspera, desacelera a parte da frente do bloco, que fica com menor velocidade do que a de trás, fazendo-o derrapar. Note-se que em tal explicação, são relacionadas pelos alunos a influência da intensidade do atrito na desaceleração do bloco, e a derrapagem como um produto de uma diferença de velocidade entre as partes

posteriores e anteriores do bloco. Cabe ressaltar que as referidas explicações, foram dadas em meio a duas ações mediadoras do professor. A primeira ação refere-se a uma proposta para a realização do experimento: empurrar um bloco da superfície lisa em direção à áspera (elemento: III.II), e a segunda ação refere-se à uma explicação do referido experimento (elemento: III.I), apresentada por meio do tato aos alunos (B, e I) que mostravam-se com dificuldade em compreender o que deveria ser feito.

Surgiu então entre os alunos (A, e G), um conflito fundamentado em modelos aparentemente diferentes, porém iguais, para explicar a observação do fenômeno da derrapagem do bloco. O aluno (A) propôs uma explicação para o fenômeno em questão, afirmando que a derrapagem do bloco, depende da intensidade da velocidade que o mesmo chega na superfície áspera. Segundo esse aluno, se o bloco chegar com uma alta velocidade, ele derrapa, contudo, se chegar com uma baixa velocidade, ele não derrapa. Paradoxalmente, o aluno (G) discordou do aluno (A) e apresentou uma explicação semelhante à do aluno (A) para o fenômeno da derrapagem, afirmando que se o bloco chegar na superfície áspera com uma velocidade mais alta, ele derrapa melhor. Naquele momento surgiu uma discussão paralela entre esses dois alunos, discussão esta que talvez possa ser explicada por um problema de comunicação entre os dois. Todavia, esses alunos estabeleceram uma relação entre o fenômeno da derrapagem, e a variação brusca da intensidade da velocidade do bloco provocada pela diferença da intensidade dos polimentos entre as superfícies.

Atento à relação entre a desaceleração e o atrito que estava sendo observada e discutida pelos alunos, o professor apresentou uma questão (elemento: III.III). Perguntou aos alunos o que seria necessário para que o bloco percorresse as duas superfícies e caísse sobre a mesa. Como resposta a tal questão, os alunos (A, e C) apresentaram a relação entre a intensidade da força aplicada ao bloco e a distância percorrida por ele. Para esses alunos, a relação: força aplicada x distância percorrida, é diretamente proporcional, o que resulta na necessidade de se aplicar ao bloco, uma força cuja intensidade possa fazê-lo percorrer as duas superfícies. Depois de ouvir as explicações dos alunos (A, E C), o professor interrogou os alunos acerca do que estava acontecendo com a velocidade dos blocos quando estes passavam da superfície lisa para a áspera (elemento: III.III). Novamente os alunos (A, e C) descreveram suas observações afirmando que as velocidades dos blocos estavam diminuindo.

Depois das explicações apresentadas pelos alunos (A, e C), o aluno (F) propôs a realização do experimento: empurrar os blocos da superfície áspera para a lisa. Prontamente, os alunos em seus grupos realizaram o referido experimento, e o aluno (F) notou que os blocos quase não saíram do lugar. Procurando dar seqüência à discussão sobre a mobilidade dos blocos, o professor apresentou uma outra questão que relacionava a distância percorrida por um bloco e sua velocidade inicial. Manifestaram-se para discutir essa questão, os alunos (A, D, F, G, e I). O aluno (G) apresentou em suas declarações, a relação de proporcionalidade direta entre velocidade dos blocos e distância percorrida por eles, o aluno (F) ressaltou a necessidade de se empurrar um bloco com uma maior força a fim de fazê-lo passar da superfície áspera para a lisa, o aluno (D)

relacionou: força aplicada aos blocos e distância percorrida por eles a uma proporção direta, e o aluno (A) relacionou explicitamente a influência da intensidade do atrito na diminuição da velocidade dos blocos. O aluno (I) apenas descreveu suas observações táteis relacionadas a dificuldades maiores ou menores para mover blocos nas superfícies lisas ou ásperas. Os alunos (D, F, e G) também apresentaram descrições de observações análogas a do aluno (I).

Em síntese, por meio do debate acerca do problema (2.3) os alunos apresentaram e discutiram as seguintes relações: (a) influência da intensidade do atrito na desaceleração de um bloco; (b) proporção direta entre força aplicada a um bloco e distância percorrida por ele; (c) proporção direta entre velocidade de um bloco e distância percorrida por ele; e (d) maior ou menor dificuldade para mover blocos sobre superfícies mais ou menos polidas. Cabe ressaltar que a discussão considerada no problema (2.3), proporcionou condições para que o professor relacionasse em momentos futuros da atividade, a intensidade do atrito à desaceleração de blocos.

### **5.2.3-TERCEIRA PARTE DA ATIVIDADE (2): MOMENTO DE EXPOSIÇÃO DE MODELOS**

Encerrados os momentos simultâneos de experimentação e de discussão de problemas, o professor por meio da maquete do atrito (quite-2.3) da maquete das retas normal e paralelas (Quite-2.1), de um texto falado (texto sobre o atrito) e de explicações orais e táteis, expôs aos alunos o modelo de Coulomb, e o modelo eletromagnético para o fenômeno do atrito, e relacionou o referido fenômeno ao da aceleração.

Os procedimentos de mediação adotados pelo professor foram os seguintes: (1) Distribuiu para cada grupo de alunos, os quites (2.1 e 2.3) (elemento: III.I). (2) Expôs aos alunos por meio de explicações orais e táteis, o modelo de Coulomb para o atrito (elemento: III.IV). (3) e (4) (procedimentos simultâneos) ligou o toca CD no texto falado (texto sobre o atrito (elemento: III.I) e expôs aos alunos por meio de explicações orais e táteis, o modelo eletromagnético para o atrito (elemento: III.IV). (5) relacionou por meio de explicações orais, o atrito à desaceleração.

O professor, após entregar a maquete do atrito aos grupos de alunos e permitir que os mesmos a observassem por um tempo, explicou fazendo-os tocar nos materiais do quite (2.3), que as superfícies dos referidos materiais representavam superfícies ao nível atômico, ampliadas (elemento: III.I). Este procedimento de mediação foi adotado pelo professor individualmente junto a cada aluno. Naquele momento o professor, ao solicitar que os alunos tentassem mover o bloco sobre a superfície (materiais do quite (2.3)) (elemento: III.II), apresentou aos mesmos o modelo de Coulomb para o atrito (elemento: III.IV). Explicou o professor que de acordo com

Coulomb: “a causa do atrito se deve a existência de irregularidades entre as superfícies em contato, que se encaixariam umas nas outras, dificultando o deslocamento relativo entre elas” (Gaspar, 2000).

Como mostra o trecho (2.5) constituído por seis declarações (declarações de 74 até 79), os alunos (A, F, G, e H) explicaram a seus colegas de grupo, fazendo-os tocarem nos materiais do quite (2.3), o que haviam aprendido acerca da natureza do atrito proposta por Coulomb.

### **Trecho (2.5): Explicação dos alunos (A, F, G, e H) para a natureza do atrito**

74) A: *Você está vendo, esta superfície aqui agarra no bloco.*

*(explica aos alunos: (B, e I))*

75) G: *É por isto que ocorre o atrito, note como eles encaixam.*

*(Explica aos alunos: (C, e D))*

76) F: *Todas as superfícies são mais ou menos assim.*

77) H: *Mesmo a lisa!*

78) F: *Quando você coloca esse aqui sobre a mesa (bloco liso) da a impressão que está todo em contato, mas, veja aqui na maquete que não.*

*(Aluno (F) mostra ao aluno (H) a maquete)*

79) H: *Todas as superfícies são feitas desses morrinhos, e quando você coloca objetos em contato, olha como surge o atrito.*

Depois das referidas explicações apresentadas pelos alunos, o professor enfatizou que o modelo de Coulomb para o atrito não era o mais atual. Visando aprofundar as explicações acerca do tema estudado, ligou o toca CD no texto (texto sobre o atrito) para que o mesmo fosse ouvido pelos alunos (elemento: III.I).

### **Texto sobre o atrito**

*Para iniciarmos o movimento de um bloco que está apoiado sobre uma superfície, sentimos uma certa resistência. Geralmente, assim que o movimento do bloco se inicia, essa resistência diminui. Isto ocorre, pois, quando fazemos a superfície de um corpo escorregar sobre a de outro, cada corpo exerce sobre o outro, uma força paralela às superfícies. Essa força é denominada força de atrito. A força de atrito sobre cada corpo*



*tem sentido oposto ao seu movimento em relação ao outro corpo, e dessa forma, as forças de atrito se opõem ao movimento, nunca o favorecem.*

*Em nosso dia a dia, o atrito exerce uma função fundamental. O movimento de um carro, por exemplo, só é possível porque existe uma força na direção e no sentido do movimento do mesmo. O processo é basicamente o seguinte: a queima do combustível no motor provoca o movimento de pistões que é transmitido para as rodas, e conseqüentemente para os pneus. Esses, através de uma força de contato empurram o chão para traz (ação) e o chão empurra o carro para frente (reação). Sem essa reação que também é uma força de contato ou de atrito, o carro não sairia do lugar e os pneus deslizariam sobre o asfalto. Se não houvesse o atrito, ou seja, se tudo fosse muito liso e escorregadio, caminhadas, corridas, passeios de carro, de ônibus etc., se tornariam quase que impraticáveis. Segurar um punção ou mesmo ler um texto em Braille, seriam tarefas complexas.*

*A força de atrito entre um par qualquer de superfícies secas, não lubrificadas, obedece a duas leis empíricas:*

*1) É aproximadamente independente da área de contato, dentro de amplos limites.*

*2) É proporcional à força normal.*

*Vamos tentar entender a força normal analisando um caixote cheio de areia sobre uma mesa. O caixote, sob a ação da gravidade, (Força Peso) é comprimido contra a superfície da mesa, Que reage com uma força igual em intensidade, mas em sentido contrário, denominada força normal. Assim, a força normal é uma força perpendicular à superfície de apoio, exercida por esta ao objeto.*

*Do ponto de vista macroscópico, a área real de contato entre dois objetos é muito pequena, limitando-se a alguns pontos. Sendo assim, a pressão nesses pontos é bastante grande, o que provoca a união dessas pequenas regiões. Na maquete do atrito (quite-2.3) representamos em detalhe a área de contato entre um caixote e uma mesa. Observe que o contato ocorre apenas em pequenas regiões da base do caixote. O atrito surge da necessidade de quebrar essas uniões quando se tenta fazer um objeto deslizar sobre outro. Iniciado o deslizamento, as uniões já existentes são quebradas e outras são formadas.*

O que diferencia uma determinada superfície de outra, é, a natureza dessa superfície, bem como, sua condição de polimento e de lubrificação. Entretanto, como representado na maquete (quite-2.3), ao nível atômico, mesmo a superfície mais cuidadosamente polida está longe de ser plana. Portanto, o atrito depende da natureza, do grau de polimento dos materiais que formam os objetos, e da lubrificação entre eles. Se as superfícies de contato forem polidas e lubrificadas, a intensidade dos contatos nas uniões será menor, diminuindo a força de atrito. Dessa forma, para

atenuar os efeitos do atrito costuma-se colocar lubrificantes entre as duas superfícies, pois, os óleos diminuem os números de uniões entre as mesmas (Resnick e Halliday, 1984 e Gonçalves e Toscano, 1997).

*Após os alunos terem ouvido o texto, o professor apresentou-lhes o modelo eletromagnético para o atrito (elemento III.IV). Explicou o professor aos alunos, que a força de atrito entre superfícies rígidas não lubrificadas, deve-se 90% a forças de adesão, de natureza eletromagnética, e 10% da força de atrito deve-se aos encaixes e desencaixes sugeridos por Coulomb (Gaspar, op. cit.). Com a finalidade de retomar as relações entre: o atrito e o peso, o atrito e a área de contato, e o atrito e a aceleração, o professor recapitulou algumas relações estabelecidas pelos alunos por ocasião do momento de discussão de problemas:*

O professor enfatizou que alguns alunos haviam observado por meio do tato, que quanto maior a massa do bloco, maior deveria ser a força aplicada a ele para movê-lo sobre as superfícies (elemento: III.I). Naquele momento, o professor diferenciou os conceitos de massa e peso, conceitos estes freqüentemente compreendidos como iguais (elemento: III.IV). Colocando o texto no trecho que fala sobre a força normal e utilizando-se do quite (2.1), o professor organizou (elemento: III.I) e apresentou por meio de explicações orais e táteis, uma das leis empíricas do atrito (lei 2) que estabelece uma relação direta entre a força de atrito e a força normal (elemento: III.IV).

O trecho (2.6) apresenta a transcrição da explicação do professor sobre a relação: força de atrito x força normal.

### **Trecho (2.6): Explicação da relação: força de atrito x força normal**

*III.IV P: Quando um objeto está sobre a mesa, seu peso pressiona a mesa para baixo, e a mesa empurra o objeto para cima, na direção normal.*

*(Mostra aos alunos a maquete da reta normal)*

*III.IV P: Em superfícies horizontais, a força normal é igual ao peso do objeto, isto é, a mesma força que o objeto faz na mesa para baixo, a mesa faz no objeto para cima. Para vocês perceberem que a mesa faz uma força para cima no bloco, basta vocês segurarem vários objetos na mão, vocês notarão que para eles não caírem, vocês terão que fazer uma força para cima. A força de atrito depende da força normal, de uma maneira diretamente proporcional, ou seja, quanto maior a força normal, maior a intensidade da força de atrito.*

Após ter explicado a relação entre força normal e força de atrito, o professor enfocou a relação entre força de atrito e dimensões da área de contato do bloco (primeira lei empírica acerca do atrito). Considerando as dificuldades de se observar por meio do tato que a força de atrito

independe das dimensões da área de contato do bloco, o professor apresentou oralmente a referida lei empírica (elemento: III.IV). Apesar de não trivial, a observação tátil da independência da intensidade da força de atrito das dimensões da área de contato dos blocos, se viu prejudicada pela diferença entre os polimentos das faces dos mesmos. Este fato dificultou a apresentação da primeira lei empírica do atrito.

Finalizando o momento de exposição de modelos, o professor sintetizou as relações entre o atrito, a força normal e a área dos blocos (elemento: III.I), e relacionou a intensidade do atrito ao movimento. Enfatizou as observações táteis dos alunos relacionadas à dificuldade de mover blocos em condições diferenciadas de polimento, e estabeleceu a influência do atrito na mobilidade dos blocos, e por consequência, em sua aceleração.

O trecho (2.7.) apresenta a declaração do professor que contém as explicações sobre a relação entre o atrito e a aceleração.

### **Trecho (2.7): Explicação do professor da relação entre o atrito e a aceleração**

*III.IV P: Esse fenômeno do objeto diminuir a velocidade que vocês observaram naquele experimento onde vocês empurraram o objeto da superfície mais lisa para a mais áspera, chama-se aceleração, ou mais especificamente desaceleração. A grandeza Física que está por trás dessa diminuição da velocidade, é a grandeza Física chamada aceleração. A aceleração mede as variações na velocidade, tanto para o aumento quanto para a diminuição, é que a gente está mais acostumado a se referir a aceleração quando o objeto tem um aumento de velocidade, quando ele tem uma diminuição de velocidade que é o caso dessa experiência, ele também está sofrendo uma aceleração, que tem o nome de desaceleração. O que é uma desaceleração? É uma diminuição na velocidade do objeto, você empurra o objeto, ele começa a se mover, devido o contato dele com a superfície, ou seja, devido ao atrito, ele sofre uma diminuição de velocidade, ele desacelera. Uma das funções do atrito é esta, é provocar uma desaceleração, provocar uma diminuição na velocidade do objeto.*

Em síntese, a relação entre força normal e de atrito, apresentou-se observável para os alunos, e isto facilitou ao professor o estabelecimento da referida relação. Por outro lado, a dificuldade de observação tátil da independência entre a área de contato e a força de atrito, prejudicou a explicação de tal conceito, pois, o referido princípio, chocava-se com as observações dos alunos. Destaca-se como um ponto negativo da mediação do professor, o fato do mesmo não ter trabalhado os conceitos de força de atrito estático e dinâmico. O tratamento desses conceitos foi deixado de lado devido ao esgotamento do tempo de duração da atividade (2). Note-se, contudo, que as explicações do professor somente foram possíveis de serem apresentadas devido a introdução dos referenciais táteis e auditivos contidos nas maquetes e no CD. As expressões e os termos utilizados pelo professor (elementos da Física), não eram desconhecidos dos alunos

que observaram e discutiram muitos dos fenômenos sintetizados. Portanto, as explicações orais, o CD, bem como a maquete, serviram além de reunir os elementos discutidos, apresentar aos alunos, um modelo para o atrito, bem como, sua relação com o fenômeno da aceleração.

#### **5.2.4- QUARTA PARTE DA ATIVIDADE (2): MOMENTO DE AVALIAÇÃO**

Um momento denominado: Momento de avaliação, encerrou a atividade (2). No referido momento, O professor ligou o toca CD na questão avaliação aberta da atividade (2), e permitiu que os alunos refletissem por um certo tempo sobre ela. Na seqüência, apresenta-se a referida questão.

##### **Questão avaliação da atividade (2)**

*Resposta: Como uma pessoa, em repouso sobre a superfície gelada e muito lisa de um lago, poderia alcançar a margem?*

Após terem ouvido a referida questão, os alunos (A, B, F, e H), apresentaram algumas soluções para ela. Os alunos (C, D, e I), não se manifestaram naquele momento da atividade. O aluno (G) precisou se retirar da atividade (2) ao final do momento de exposição de modelos, e por isto, não participou do momento de avaliação.

O trecho (2.8) apresenta declarações que contém as respostas dos alunos citados para a questão avaliação.

##### **Trecho (2.8): Respostas dos alunos para a questão avaliação da atividade (2).**

80) A: *Da um impulso no corpo.*

81) II.III H: *Tem que ser deslizando, mas se a superfície é lisa, não tem como dar impulso!*

82) F: *Acho que tenho que buscar mais o equilíbrio, se você quiser fazer muita coisa vai ocupar outro espaço e não vai conseguir chegar na margem.*

83) F: *Ele não pode deslizar, se ele conseguisse deslizar ele chegaria a margem.*

III.III P: *Você acha que você conseguiria andar nessa superfície totalmente lisa?*

84) A: *A superfície da lagoa é plana?*

III.I P: *Sim, é plana.*

85) A: *Se tiver uma inclinação a pessoa chega com facilidade na margem.*

86) F: *Mas lago não tem caída!*

87) H: *Só se for com a unha, com as garrinhas como gato se vai com a unha, precisa de aderência.*

88) F: *Eu acho que tem que deitar e ir rolando.*

89) B: *Ou vai rolando ou vai deitado se arrastando.*

90) F: *Ele tem que fazer campo, só com os pés dele ele não vai conseguir, ele vai ter que deitar no chão e se movimentar.*

91) F: *Vamos deixar esta para a próxima aula então.*

Como mostra o trecho (2.8), de um total de doze declarações, o aluno (F) apresentou seis, o aluno (A) apresentou três, o aluno (H) apresentou duas e o aluno (B) apresentou uma declaração. O professor participou por duas vezes da discussão contida no trecho (2.8). Na primeira vez, apresentou um questionamento (elemento: III.III) e na segunda vez, apresentou uma declaração que teve por objetivo organizar o debate (elemento: III.I).

As respostas para a questão avaliação se originaram em uma declaração do aluno (A) que concordando com a impossibilidade de se caminhar sobre uma superfície sem atrito, apresentou a necessidade de se aplicar um “impulso” no corpo para sair do lago. O aluno (H) ao mesmo tempo em que concordou que uma das maneiras de sair do lago seria deslizando, questionou que pelo fato do lago ser liso, seria impossível aplicar um “impulso” no corpo afim de iniciar o movimento para fora do lago. O aluno (F) também concordou com a impossibilidade do deslizamento sobre a superfície sem atrito do lago, afirmando que na hipótese de se obter um deslizamento, a pessoa da questão avaliação sairia da superfície de gelo.

Naquele momento, o professor reforçou o tema da questão avaliação, perguntando se alguém conseguiria andar sobre uma superfície totalmente lisa (elemento: III.III). O aluno (A) perguntou ao professor se a superfície do lago seria plana ou não, e o professor com a finalidade de organizar e dar seqüência à discussão, respondeu que sim (elemento: III.I). O aluno (A) apresentou uma possibilidade para a pessoa da questão avaliação sair do lago, ou seja, a existência de uma inclinação na superfície do mesmo, o que a faria deslizar. Entretanto, o aluno (F) declarou que a possibilidade apresentada pelo aluno (A), seria inviável, já que lagos não possuem inclinação. O aluno (H) afirmou que com o auxílio das unhas, poderia se obter aderência com a superfície do lago, e dessa forma, sair dele. Outras possibilidades para deixar o lago foram

apresentadas. O aluno (F) afirmou que uma das maneiras para sair do lago, seria rolando, e o aluno (B) adicionou a esta, a possibilidade do arrastamento.

A atividade então foi encerrada, já que o tempo para a realização da mesma estava esgotado, e os alunos tinham horário marcado para tomar a condução que os levava para casa. Contudo, os alunos se mostravam muito interessados em responder a questão avaliação, interesse este que pode ser verificado na última declaração do aluno (F), que sugeriu a retomada da questão na atividade seguinte.

### **Retomada da questão avaliação da atividade (2) na atividade (3)**

Um fator interessante que se verificou ao final da aplicação da atividade (3), foi a sugestão apresentada pelo aluno (A) relacionada à retomada da discussão da questão avaliação aqui enfocada. A atividade (3) foi realizada um dia após a atividade (2), e neste período, os alunos refletiram sobre a questão avaliação da atividade (2) e o aluno (A) externou seu desejo de retomar sua discussão.

O trecho (2.9) apresenta a retomada da discussão da questão avaliação da atividade (2) por ocasião da atividade (3).

### **Trecho (2.9): Retomada da discussão da questão avaliação da atividade (2)**

*92) A: Daria para a gente voltar na questão do lago?*

*(O professor concorda e liga outra vez o toca CD na questão da atividade (2) (elemento: III.I)).*

*93) II.IV A: Me parece que uma das coisas indispensáveis para que eu chegue na margem é o apoio, porque se não, não dá para andar, desliza.*

*94) II.IV B: Exatamente! Precisa de um apoio, se não, não sai do lugar!*

*95) II.IV F: Acho que uma das possibilidades de você sair do lago é soprar o ar com a boca e conseguir um apoio no próprio ar.*

O trecho acima referente à retomada da discussão da questão avaliação da atividade (2), mostra que, participaram da referida discussão os alunos (A, B, e F). O aluno (A) participou com duas declarações, e os alunos (B, e F) participaram com uma cada. O professor participou naquele momento ligando o toca CD na questão avaliação da atividade (2) (elemento: III.I). Observa-se que participaram da atividade (3) os alunos (A, B, E, F, e I), fato que indica que dos alunos que participaram das atividades (2) e (3), somente o aluno (I) não se manifestou por ocasião da retomada da questão avaliação aqui discutida.

O aluno (A) ao final da atividade (3) sugeriu a retomada da discussão da questão avaliação da atividade (2). O professor então ligou o toca CD na referida questão (elemento: III.I) e o aluno (A) apoiado pelo aluno (B), condicionou o início do movimento à um apoio, caso contrário, a pessoa não sairia do lugar. Propôs então o aluno (F) que uma das possibilidades para se conseguir um apoio, seria soprar o ar, possibilidade esta bastante plausível. Depois de tais declarações, o professor precisou encerrar a discussão devido ao avanço da hora.

Em síntese, destacam-se nas dezesseis declarações dos alunos considerados, as abordagens das seguintes variáveis: (a) a dificuldade para o início do movimento de objetos em repouso sobre superfícies sem atrito; e (b) a necessidade de um apoio para dar início a um determinado movimento. Destacam-se também, as variáveis apresentadas pelos alunos para produzir movimento em um objeto em repouso sobre uma superfície sem atrito. Para o aluno (A) uma inclinação na superfície do lago poderia produzir movimento, para o aluno (H) o movimento poderia ser obtido a partir do atrito entre as unhas e a superfície do lago, enquanto que para o aluno (F) o ar poderia ser o apoio que produzisse o movimento desejado.

### **5.2.5-A ATIVIDADE (2) ENQUANTO AMBIENTE DE APRENDIZAGEM**

Os três problemas apresentados (formados por setenta e três declarações) em conjunto com os trechos (2.5, 2.8, e 2.9) (formados respectivamente por: seis declarações, doze declarações e quatro declarações) geraram entre os alunos um debate constituído por noventa e cinco declarações, no qual discutiram-se as relações: (1) peso x atrito; (2) dimensão das faces de contato x atrito; (3) polimento x atrito; (4) intensidade do atrito x aceleração do bloco; e (5) natureza do atrito. Um “conjunto conceitual” identificado nas relações entre causa e efeito estabelecidas pelos alunos em suas declarações, é explicitado aqui de forma sintética por nove hipóteses (ver capítulo: IV). Observa-se que, cinquenta e duas declarações de um total de noventa e cinco, não foram relacionadas à hipóteses por não apresentarem relações de causa e efeito. Como discutido anteriormente, tais declarações foram relacionadas a elementos de observação, a questões ou sugestões apresentadas pelos alunos.

O quadro (2.3.), apresenta a relação entre cada hipótese e a numeração das declarações que contém a utilização de tal hipótese.

Quadro (2.3): Relaciona para a atividade (2) cada hipótese ao número correspondente de declarações.

Hipóteses	Números das declarações
1) Quanto maior o peso menor a distância percorrida por um bloco	5 (B), 6 (G), 7 (F), 8 (G), 9 (G), 34 (H), 44 (F)
2) A intensidade do polimento das superfícies dos blocos modifica a intensidade do atrito entre o bloco e a superfície de apoio, portanto, blocos mais polidos por apresentarem menor atrito, percorrerão distâncias maiores.	23 (F), 36 (F), 45 (A)
3) Quanto maior a intensidade da força aplicada ao bloco, maior a distância percorrida por ele.	31 (A), 39 (F), 71 (D), 72 (F)
4) Quanto menor a área de contato, maior o atrito, e por isto o bloco percorre distâncias menores	40 (A), 41 (G)
5) Quanto maior a intensidade do atrito, menor a intensidade da velocidade.	53 (F), 54 (I), 55 (B), 56 (A), 57 (G), 58 (A), 63 (I), 64 (A), 67 (A)
6) Uma grande força é necessária para vencer o atrito da superfície áspera.	60 (C), 61 (A), 62 (C), 66 (G), 69 (F)
7) O atrito surge dos encaixes e desencaixes entre as saliências existentes nas superfícies em contato mesmo que estas sejam muito polidas.	75 (G), 79 (H)
8) Um objeto em repouso sobre uma superfície sem atrito não necessita da ação de um agente externo para entrar em movimento.	80 (A), 82 (F), 88 (F), 89 (B), 90 (F)
9) Um objeto em repouso sobre uma superfície sem atrito necessita da ação de um agente externo para entrar em movimento.	81 (H), 85 (A), 87 (H), 93 (A), 94 (B), 95 (F)

De acordo com o quadro (2.3), a hipótese (5) é representada por nove declarações, a hipótese (1) é representada por sete declarações, a hipótese (9) é representada por seis, as hipóteses (6 e 8) são representadas igualmente por cinco declarações, as hipóteses (3, e 2) são representadas respectivamente por quatro, e três declarações, e as hipóteses (4, e7) são representadas por duas declarações cada uma.

A relação entre cada aluno e o conjunto de hipóteses utilizado por ele durante o debate, é a seguinte: o aluno (F) se utilizou de doze hipóteses em suas argumentações, das quais, três estão relacionadas à hipótese (8), três grupos de duas relacionados respectivamente às hipóteses (1, 2, e 3), e outros três grupos unitários relacionados respectivamente às hipóteses (5, 6, e 9). O aluno (A) utilizou-se de onze hipóteses, sendo que dessas, quatro estão relacionadas à hipótese (5), duas à hipótese (9), e cinco grupos unitários relacionados respectivamente às hipóteses (2, 3, 4, 6, e 8). O aluno (G) em suas argumentações utilizou-se de sete hipóteses. Dessas, três estão relacionadas



à hipótese (1), e quatro grupos unitários estão relacionados respectivamente às hipóteses (4, 5, 6, e7). O aluno (B) utilizou-se de quatro hipóteses durante o debate, associadas respectivamente às hipóteses (1, 5, 8, e 9). O aluno (H) por sua vez, utilizou-se de quatro hipóteses em suas declarações. Dessas, duas estão relacionadas à hipótese (9), e duas respectivamente às hipóteses (1, e 7). O aluno (C) utilizou-se duas vezes da hipótese (6), enquanto que o aluno (I), utilizou-se duas vezes da hipótese (5). O aluno (D) utilizou-se uma vez da hipótese (3).

Analisando as hipóteses à luz da categoria compreensão, pode-se explicitar as características das atitudes de compreensão utilizadas pelos alunos durante o debate. O quadro (2.4) apresenta a relação entre cada hipótese e as atitudes de compreensão adotadas pelos alunos.

Quadro (2.4): Relação para a atividade (2) entre as hipóteses e as atitudes definidas na categoria compreensão.

Alunos	A	B	C	D	F	G	H	I
<b>Hipótese 1</b>	Não demonstrou atitude	Compartilhou	Não demonstrou atitude	Não demonstrou atitude	Compartilhou	Compartilhou	Compartilhou	Não demonstrou atitude
<b>Hipótese 2</b>	Compartilhou	Não demonstrou atitude	Não demonstrou atitude	Não demonstrou atitude	Compartilhou	Não demonstrou atitude	Não demonstrou atitude	Não demonstrou atitude
<b>Hipótese 3</b>	Compartilhou	Não demonstrou atitude	Não demonstrou atitude	Compartilhou	Compartilhou	Não demonstrou atitude	Não demonstrou atitude	Não demonstrou atitude
<b>Hipótese 4</b>	Reformulou pela hipótese 2	Não demonstrou atitude	Não demonstrou atitude	Não demonstrou atitude	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Não demonstrou atitude	Não demonstrou atitude
<b>Hipótese 5</b>	Compartilhou e defendeu pela hipótese 5	Compartilhou	Não demonstrou atitude	Não demonstrou atitude	Compartilhou	Compartilhou e questionou pela hipótese 5	Não demonstrou atitude	Compartilhou
<b>Hipótese 6</b>	Compartilhou	Não demonstrou atitude	Compartilhou	Não demonstrou atitude	Compartilhou	Compartilhou	Não demonstrou atitude	Não demonstrou atitude
<b>Hipótese 7</b>	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Compartilhou	Não demonstrou atitudes
<b>Hipótese 8</b>	Reformulou pela hipótese 9	Reformulou pela hipótese 9	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Reformulou pela hipótese 9	Não demonstrou atitudes	Questionou pela hipótese 9	Não demonstrou atitudes
<b>Hipótese 9</b>	Compartilhou	Compartilhou	Não demonstrou atitude	Não demonstrou atitude	Compartilhou	Não demonstrou atitude	Compartilhou	Não demonstrou atitude

Como mostra o quadro (2.4) a hipótese (5) foi compartilhada pelos alunos (A, B, F, G, e I), a hipótese (1) pelos alunos (B, F, G, e H), a hipótese (9) pelos alunos (A, B, F, e H), enquanto que a hipótese (6) foi compartilhada por (A, C, F, e G). A hipótese (3) por sua vez, foi compartilhada pelos alunos (A, D e F), e a hipótese (8) foi compartilhada por (A, B, e F). Os alunos (G, e H) compartilharam a hipótese (7), (A, e G) compartilharam a hipótese (4), enquanto que (A, e F), compartilharam a hipótese (2) (elemento: II.I).

Verificou-se de acordo com o quadro (2.4) alguns momentos de questionamentos, defesas, e reformulações de hipóteses. Sobre esses momentos, cabe o seguinte comentário: Os alunos (A, e G) devido a um problema de comunicação, protagonizaram um “conflito aparente” de hipóteses. O aluno (G) questionou por meio da hipótese (5) (elemento: II.II), a explicação apresentada pelo aluno (A) para o fenômeno da derrapagem, explicação esta fundamentada na mesma hipótese (5). O aluno (A) por sua vez, utilizando-se da referida hipótese (5), defendeu sua explicação (elemento: II.III). Observou-se por parte do aluno (A) a reformulação da hipótese (4) pela hipótese (2) (elemento: II.IV), e por parte dos alunos (A, B, e F) a reformulação da hipótese (8) pela hipótese (9) (elemento: II.IV), hipótese esta que havia sido questionada pelo aluno (H) (elemento: II.III). A reformulação da hipótese (8) pela hipótese (9) foi observada ao final da atividade (3), ou seja, no dia seguinte à realização da atividade (2). Isto indica que estes alunos permaneceram refletindo em momentos externos ao da atividade (2), sobre questões trabalhadas por ocasião da realização da mesma.

Observando o nível de compartilhamento das nove hipóteses identificadas, nota-se que as relações de proporcionalidade inversa entre, a intensidade do atrito e a da velocidade (hipótese-5), e a da intensidade do peso e a distância percorrida (hipótese-1), juntamente com a relação de proporcionalidade direta entre a intensidade da força e a intensidade do atrito (hipótese-6), mostraram-se significativas dentro do conjunto conceitual utilizado pelos alunos em suas argumentações, já que, as referidas relações foram as mais compartilhadas (elemento: II.I), além de não serem questionadas por eles. A idéia da necessidade de um agente externo para iniciar um movimento, contida na hipótese (9) também se mostrou significativa, pois, resultou para três alunos (A, B, e F) de uma reformulação (elemento: II.IV) (reformulação da hipótese-8) proveniente de momentos externos ao da atividade (2), e para o aluno (H), de uma conclusão atingida durante a realização da referida atividade.

Destacam-se também, a relação de proporcionalidade direta entre intensidade da força e distância percorrida (hipótese-3), relação esta não questionada, e compartilhada pelos alunos (A, D, e F) (elemento: II.I), e a idéia sobre a natureza do atrito contida na hipótese (7), idéia esta que não recebeu questionamentos. Cabe ressaltar que a hipótese (7), foi identificada a partir das explicações sobre a natureza do atrito que os alunos (G, e H) deram a seus colegas depois da mediação do professor por ocasião do momento de exposição de modelos.

Por fim, destacam-se as idéias contidas nas hipóteses (2) e (4) idéias estas que apresentam explicações diferentes para a distância atingida por um bloco. A hipótese (4) relaciona por meio de uma proporção inversa, as dimensões da face do bloco e a intensidade do atrito, enquanto que

a hipótese (2) relaciona também por meio de uma proporção inversa, o atrito e a intensidade do polimento das faces dos blocos. Os alunos (A, e G) compartilharam inicialmente da hipótese (4) (elemento: II.I). Esta por sua vez, foi reformulada pelo aluno (A) (elemento: II.IV) que passou a compartilhar da hipótese (2) (elemento: II.I).

Em síntese, como mostram os quadros (2.3) e (2.4), enquanto ambiente de aprendizagem, a atividade (2) proporcionou condições para que os alunos desenvolvessem estratégias para buscar soluções ao problema central que a eles foi apresentado. Essas estratégias fundamentaram-se na experimentação, e na apresentação de hipóteses que objetivavam explicar o que havia sido observado. As hipóteses para as relações: atrito x peso, atrito x face de apoio, atrito x aceleração, estabelecidas pelos alunos, deram condições para o professor apresentar a evolução dos modelos sobre a natureza do atrito, e para trabalhar o conceito de desaceleração. A referida atividade também se mostrou eficaz em produzir alguns questionamentos, defesas e reformulações de hipóteses, bem como, de fazer com que alguns alunos permanecessem refletindo em momentos externos ao da atividade, sobre problemas trabalhados por ocasião de sua realização.

Portanto, a partir das análises efetuadas, conclui-se que a atividade (2), foi capaz de motivar os alunos e proporcionar aos mesmos condições para que eles: (1) Realizassem experimentos sobre o atrito e sobre a aceleração; (2) Observassem e analisassem por meio de referenciais auditivos e táteis, propriedades da lei do atrito; (3) Observassem e analisassem por meio de referenciais auditivos e táteis, o fenômeno da desaceleração; (4) Desenvolvessem estratégias para resolver o problema central; (5) Formulassem e expusessem hipóteses durante as discussões do problema central e da questão avaliação, e para a natureza do atrito; (6) Permanecessem com reflexões em momentos externos ao da atividade; e (7) Ouvissem por meio do professor ou do texto falado “texto sobre o atrito” sínteses relacionadas à natureza do atrito e ao fenômeno da desaceleração.

### **5.3-ANÁLISE DA ATIVIDADE (3)**

#### **O ESTUDO QUALITATIVO DA ACELERAÇÃO POR MEIO DE UM PLANO INCLINADO**

Cinco alunos participaram da atividade (3). Seu tempo de duração foi de 56 min, e tal qual a atividade (2) seu desenvolvimento prático se fundamentou em quatro momentos: (a) Momento de experimentação; (b) Momento de discussão de problemas; (c) Momento de exposição de modelos; (d) Momento de avaliação. Como sua estrutura é análoga à da atividade (2), os momentos de experimentação e de discussão de problemas ocorreram simultaneamente enquanto que os momentos de exposição de modelos e de avaliação ocorreram separadamente. Nos dois primeiros momentos da atividade, os alunos fizeram observações e participaram de uma discussão acerca do fenômeno estudado. Utilizando-se de explicações orais, de um equipamento de referencial observacional tátil e de um texto falado, o professor no momento de exposição de modelos apresentou aos alunos o modelo gravitacional. A atividade foi encerrada no momento de avaliação, caracterizado pela busca de respostas dos alunos a uma questão aberta que a eles foi apresentada.

Levando-se em conta as três categorias de análise definidas no capítulo (IV), analisar-se-á na seqüência, os quatro momentos da atividade (3). Apesar dos momentos (a) e (b) terem ocorrido simultaneamente, suas análises, bem como, as dos momentos (c) e (d), por motivos organizacionais, serão apresentadas separadamente.

#### **5.3.1-PRIMEIRA PARTE DA ATIVIDADE (3): MOMENTO DE EXPERIMENTAÇÃO**

Objetivando proporcionar aos alunos participantes da atividade (3) condições para que os mesmos construíssem o conceito de aceleração da gravidade, foi desenvolvido um artefato para a observação auditiva dos movimentos descendente e ascendente de um objeto (plano inclinado com interface sonora), e adaptado um quite para a observação tátil de um dos fenômenos de ação à distância. A descrição do artefato e do quite encontra-se na seqüência:

##### **Artefato(3.1): Plano inclinado com interface sonora**

Este artefato é formado por uma superfície de madeira de 2 m de comprimento por 15 cm de largura, que varia espaços condutores (1 cm de fita de papel alumínio), e espaços isolantes (19

cm de madeira), e por um carrinho de brinquedo (carrinho de brinquedos que imita um carro de bombeiros) com o circuito elétrico responsável pela emissão dos sinais de sua sirene aberto e com os fios de ligação expostos do lado de fora. Dessa forma, durante a descida ou durante a subida do plano inclinado, a sirene do carrinho emitirá um som quando os fios de ligação tocarem a parte condutora do plano inclinado (papel alumínio), e deixará de emitir som quando os fios condutores tocarem a parte isolante do referido plano (madeira).

Foto (3.1): Carrinho com os fios de ligação do lado de fora



Foto (3.2): Plano inclinado



Foto (3.3): Carrinho movendo-se sobre o plano inclinado



Ao contrário dos equipamentos desenvolvidos nas atividades (1) e (2) que possuíam réplicas, o artefato aqui exposto era único. Isso se deveu ao fato de que réplicas de um material de observação sonora utilizadas simultaneamente pelos grupos, poderiam causar confusões sonoras, o que prejudicaria a observação do fenômeno estudado.

### **Quite (3.1): Observação tátil de um dos fenômenos de ação à distância**

Este quite é constituído por quatro ímãs de intensidades de campos magnéticos diferentes e por alguns objetos sensíveis a atração magnética. No caso deste material, foram providenciadas três réplicas para serem distribuídas aos grupos de alunos, entretanto, devido ao número de participantes nesta atividade, apenas duas foram utilizadas.

Tal como nas atividades (1) e (2), no início da atividade (3), o professor dividiu aleatoriamente os alunos em grupos (elemento: III.I). O quadro (3.1) apresenta como os grupos ficaram formados.

Quadro (3.1) Relaciona para a atividade (3) cada grupo com os alunos pertencentes ao mesmo.

Grupos	Alunos
Grupo-1	A, e B
Grupo-2	E, F e I

Como pode ser observado no quadro (3.1) devido ao número de alunos que participaram da atividade (3) somente dois grupos foram formados. Os alunos (D) e (H) faltaram devido a um

compromisso com o ensaio de uma peça de teatro. O aluno (G) faltou devido a problemas com a condução que o leva à escola, e o aluno (C) tinha um compromisso com aulas de violão.

A ausência de alunos nas atividades é uma variável difícil de controlar. Uma possibilidade para o controle de tal variável seria a realização da atividade em outro dia, contudo, a escola não disponibilizou outra data para a realização das atividades, já que isto prejudicaria o andamento de uma de suas atividades que é a construção de cadeiras.

Após a divisão dos grupos, o professor mostrou aos alunos de maneira individual, como funcionava o artefato. Deixando-os tocarem no plano inclinado e no carrinho, explicou como era o funcionamento do mesmo, ou seja, o porque do plano inclinado possuir fitas de papel alumínio a cada 19 cm, e o porque dos fios que fecham o circuito da sirene ficarem do lado de fora do objeto móvel (elemento: III.I).

Assim que conheceram o artefato, o professor propôs aos alunos para que observassem o movimento do carrinho sobre o plano inclinado (elemento: III.II). Os alunos faziam o carrinho descer e subir o plano inclinado, e observavam com interesse e concentração o movimento do mesmo por meio dos sinais emitidos pela sirene. Tal observação tornou-se possível devido a variação dos intervalos de tempo entre dois sinais consecutivos emitidos pela sirene durante a descida ou durante a subida do carrinho no plano inclinado.

Prosseguindo com a atividade, o professor ligou o toca CD em seu problema central (elemento: III.I).

### **Problema central da atividade (3)**

*Explique a variação do intervalo de tempo dos sinais emitidos pela sirene durante a subida e durante a descida do carrinho no plano inclinado.*

Depois de ouvirem o problema central, o professor solicitou aos alunos (solicitação-1) para que tentassem explicar a variação dos sinais da sirene. O trecho (3.1) apresenta tal solicitação do professor.

#### **Trecho (3.1): Solicitação-1 do professor**

*(elemento: III.II) P: De acordo com a pergunta da atividade de hoje vocês tem que tentar explicar a variação no intervalo de tempo dos sinais da sirene na subida e na descida do carrinho.*

Atendendo a solicitação do professor, os alunos enquanto interagiam com os objetos do artefato, discutiam possíveis soluções para o problema central. Tal discussão constituiu-se em um

debate com cinquenta e quatro declarações que representavam em determinados momentos afirmações relacionadas a experimentos, e em outros momentos, explicações ao problema central.

O quadro (3.2) apresenta uma relação entre os elementos de observação e os alunos participantes da atividade (3).

Quadro (3.2) Relação para a atividade (3) entre os alunos e os elementos de observação.

Alunos	Descreveu a observação de experimentos	Descreveu a observação de materiais	Descreveu a observação de qualidades	Propôs experimentos
A:	Três vezes	Uma vez		
B:	Duas vezes			
E:	Uma vez			
F:	Quatro vezes			
I:	Duas vezes			

Das cinquenta e quatro declarações que constituíram os momentos de experimentação e de discussão de problemas, o quadro (3.2) mostra que os alunos apresentaram treze afirmações relacionadas à observação do fenômeno estudado. Dessas, doze estavam relacionadas à descrição da observação de experimentos (elemento: I.I) e uma à descrição da observação de materiais (elemento: I.II). O aluno (A) foi o único a apresentar simultaneamente afirmações relacionadas à descrição de experimentos (elemento: I.I) e á descrição de materiais (elemento: I.II). Os outros alunos participantes da atividade (3) apresentaram somente afirmações relacionadas à descrição de experimentos (elemento: I.I). Não foram observadas declarações dos alunos relacionadas à descrição de qualidades (elemento: I.III) e à propostas de experimentos (elemento: I.IV).

Note-se que a descrição de experimentos na atividade (3) predominou em relação aos outros elementos de observação. Tal predominância pode dever-se às características do artefato que ao mesmo tempo em que limitava a possibilidade da realização de experimentos novos, direcionava a observação dos alunos ao fenômeno que se pretendia estudar. Portanto, sob o ponto de vista da observação do fenômeno e da motivação para sua discussão, o momento de experimentação se mostrou eficaz, ou seja, o referencial sonoro fornecido pelo artefato para o movimento do carrinho sobre o plano inclinado, proporcionou aos alunos as condições para que o fenômeno gravitacional pudesse ser observado e discutido. A análise de tal discussão será apresentada na seqüência.



### **5.3.2-SEGUNDA PARTE DA ATIVIDADE (3): MOMENTO DE DISCUSSÃO DE PROBLEMAS**

Como o momento de experimentação ocorreu simultaneamente ao momento de discussão de problemas, as treze declarações relacionadas aos elementos de observação, juntamente com as outras quarenta e uma que não foram relacionadas a tais elementos, constituíram um debate no qual descrições de observações e hipóteses para explicar o problema central, eram apresentadas pelos alunos. Assim como na atividade (2), por apresentarem relações de causa e efeito, algumas das treze declarações enquadradas na categoria observação, também puderam ser analisadas levando-se em conta a categoria compreensão.

Para realizar a análise, fragmentou-se o debate em sete trechos. Tais trechos, contudo, não representam a discussão de problemas distintos ou de eventos cotidianos, mas, a discussão contínua do problema central cujo o início deu-se na observação do movimento do carrinho sobre o plano inclinado, e o encerramento em um confronto de hipóteses.

Os três primeiros trechos são constituídos respectivamente por treze, dezesseis e cinco declarações dos alunos, sendo que o trecho (3.2) aborda os primeiros contatos dos alunos com o plano inclinado, o trecho (3.3) o início da discussão do problema central, e o trecho (3.4) o início do uso do conceito “aceleração”. Os trechos (3.5), (3.6) e (3.7), todos com cinco declarações, abordam a retomada da discussão do problema central, enquanto que o trecho (3.8), também com cinco declarações, aborda a discussão do aumento da inclinação do plano inclinado. Durante o debate, o aluno (A) emitiu dezessete declarações, o aluno (B) emitiu seis, o aluno (E) emitiu dezesseis, o aluno (F) emitiu nove, e o aluno (I) emitiu seis declarações. Na seqüência, apresenta-se a análise dos trechos acima considerados.

#### **Trecho (3.2): Primeiros contatos dos alunos com o artefato**

*O professor empurra o carrinho para cima e pergunta:*

*III.III P: O que vocês estão observando?*

*1) I.I B: A mudança na velocidade.*

*2) I.I F: Quando ele desce, no início o som demora mais para apitar, já no fim é mais rápido (faz com a boca: bibibi cada vez mais rápido).*

*III.III P: Qual é a característica do som na descida?*

*3) E: Se a inclinação fosse maior, esse bibibi seria menor.*

*III.III P: O que está acontecendo com o tempo da sirene entre um apito e outro quando ele desce?*

4) I.I E: *Estão diminuindo.*

III.III P: *E quando ele sobe?*

5) I.I F: *Vão aumentando.*

III.I P: *Essa é uma pista de madeira e as fitas de alumínio estão espaçadas a cada 19cm. A espessura da fita de alumínio é de 1cm e a distância entre duas consecutivas é de 20cm.*

6) E: *Esse tempo diminui na descida porque a velocidade do carrinho aumenta.*

7) I.I F: *No início da descida você pode perceber que ele não tem grande velocidade ainda porque ele dá um certo tempo entre os bibibi*

8) I.I A: *De cima para baixo ele começa em baixa velocidade e vai aumentando a velocidade, e quando ele sobe tem que dar um impulso forte para ele poder começar com bastante velocidade se não ele nem sobe, para ele poder subir ele tem que começar com bastante velocidade e a hora que ele chegou aqui em cima ele já diminuiu.*

III.III P: *Você conseguiu observar isto aluno (I)?*

*O professor repete o experimento de deixar o carrinho subir e descer o plano inclinado (elemento: III.I)*

9) I.I I: *Na descida o tempo de apito diminui.*

III.III P: *Durante a descida o que ocorre com os tempos da sirene?*

10) I.I B: *Começa um tempo maior e vai diminuindo.*

11) I.I A: *No fim a velocidade é maior, pelo fato da velocidade ser maior diminui o intervalo de tempo dos bibibi.*

12) I.I I: *Na subida aumenta.*

13) I.I A: *O objetivo desses bibibi é para a gente avaliar, para a gente poder ter uma noção da velocidade. Se ele descer com a sirene ligada o tempo todo, não vai dar o efeito para a gente poder perceber o que ocorre com a velocidade do carrinho na subida e na descida.*

Das treze declarações que constituem o trecho (3.2), onze foram classificadas de acordo com a categoria observação. Este fato, ou seja, o da observação do movimento do carrinho sobre o plano inclinado, caracterizou o início do debate apresentado no trecho (3.2). O professor por meio de sete participações, sendo seis relacionadas às atitudes questionadoras (elemento: III.III) e uma às ações colaborativas e organizacionais (elemento: III.I), procurava no início da atividade chamar a atenção dos alunos para as variações do som emitido pela sirene do carrinho. Os alunos descreviam suas observações, e em tais descrições, a diminuição do intervalo de tempo entre dois

sinais consecutivos emitidos pela sirene, foi relacionada ao movimento descendente do carrinho, e o aumento do referido intervalo de tempo, foi relacionado ao movimento ascendente do mesmo.

Os alunos (A, B, E, e F) relacionaram por meio de uma proporção inversa, a variação dos sinais emitidos pela sirene do carrinho às variações de velocidade do mesmo, e relacionaram também o aumento da velocidade do carrinho à seu movimento descendente, e a diminuição da velocidade do carrinho à seu movimento ascendente. O aluno (I) não apresentou naquele momento em suas declarações as mesmas relações apresentadas pelos alunos (A, B, E, e F). Ele apenas relacionou as variações dos sinais da sirene ao movimento ascendente ou descendente do carrinho. Neste sentido, o artefato mostrou-se eficaz, pois, proporcionou a alunos com deficiência visual, referenciais sonoros que deram condições para que os mesmos observassem variações de velocidade, como foram os casos dos alunos (A, B, E, e F), ou observassem ao menos o sentido do movimento do carrinho sobre o plano inclinado, como foi o caso do aluno (I).

O termo “velocidade” foi introduzido na discussão pelo aluno (B) e não pelo professor. Acredita-se, contudo, que naquele momento da atividade os alunos não possuíam a compreensão clara de velocidade como variação de um determinado espaço em um determinado intervalo de tempo. Entretanto, os referenciais sonoros emitidos pelo artefato, produziram a observação de uma certa “rapidez” (indicada pela diminuição do intervalo de tempo entre dois sinais consecutivos da sirene) ou “lentidão” (indicada pelo aumento do intervalo de tempo entre dois sinais consecutivos da sirene) do carrinho sobre o plano inclinado, características do movimento que foram relacionadas à grandeza “velocidade”.

O final do trecho (3.2) é caracterizado pelo esclarecimento de uma dúvida. O professor observou que o aluno (I) mostrava dificuldades em compreender o funcionamento do artefato. O aluno (A) também notou tal dúvida de seu colega de grupo, com o aluno (B) a dúvida era acerca da emissão dos sinais da sirene, isto é, sobre como e em que local do plano inclinado o som era emitido ou não. Antes que o professor apresentasse alguma explicação sobre o funcionamento do equipamento, o aluno (A) Demonstrando compreensão do artefato e uma atitude colaborativa, explicou a seus colegas o funcionamento do mesmo. Depois da referida explicação do aluno (A), o professor fez os alunos tocarem o plano inclinado para que todos entendessem quando a sirene emitia ou não emitia um sinal (elemento: III.I). Por meio da referida explicação do aluno (A) e da atitude colaborativa e organizacional adotada pelo professor, os alunos iam conhecendo melhor o equipamento, percebendo que o carrinho percorria sempre espaços iguais de madeira e espaços iguais de papel alumínio. Dessa forma, o conhecimento do artefato, em conjunto com as observações auditivas, proporcionavam condições para a continuidade de uma melhor discussão do problema central. Tal discussão encontra-se explicitada na seqüência.

### **Trecho (3.3): O início da discussão do problema central**

*III.III P: Por que quando ele desce, um bip fica mais próximo do outro?*

*O professor mostra novamente o fenômeno deixando o carrinho descer o plano inclinado (elemento: III.I)*

*14) E: Pela velocidade do carro, por ser descida, o impacto dele descer, lógico ele vai ganhando velocidade e o tempo desses barulhos (bips) vão se tornando menores entre si. Já para subir ocorre um aumento nos barulhos (bips) porque a velocidade diminui.*

*15) A: Em termos de tempo (intervalos de tempo) eles vão ficando menores.*

*III.III P: Como é isto?*

*16) A: Eu estou dizendo assim, a velocidade do carro aumenta então passa mais rápido a distância e por isto o tempo fica menor.*

*17) E: Velocidade maior diminui o tempo entre os bibibi.*

*18) F: Quando vai subir esse impulso final dele (no topo do plano inclinado) aqui é o começo mais alto, aqui ele vai ficar, quando empurra ele de uma vez para cá, ele se conseguisse essa velocidade como é que eu posso avaliar que esse impulso que trouxe ele para cima fazia a mesma velocidade que ele está lá encima?*

*19) B: A velocidade aumenta porque muda a aderência!*

*20) II.II A: Não é questão de aderência, note aqui embaixo, o tamanho que ele percorre é sempre igual. Então quando ele solta lá em cima, ele está em menor velocidade e por isto o tempo fica maior.*

*21) E: É que no início o carro demora mais para percorrer a mesma distância.*

*III.III P: Aluno (E), você poderia explicar melhor isto?*

*22) E: Na descida quando você dá o impulso para descer, o espaço percorrido dele é o mesmo, só que com o aumento da velocidade, vai diminuir o tempo entre os bibes.*

*O aluno (B) estava perguntando novamente para o aluno (A) como era o plano inclinado.*

*23) I.II A: É como se fosse uma escada reta, onde é a madeira é como se fosse os vãos, e onde é a fita de alumínio é como se fosse os degraus. É uma fita de alumínio colocada a cada 19cm.*

*24) F: Eu gostaria de saber no caso da velocidade, como que a velocidade poderíamos assim avaliar, essa velocidade que você solta ele ali (na parte superior), se é a mesma força ou mesmo impulso de eu empurrar ele para cá (parte inferior). Quanto tempo daqui onde ele sai o impulso que ele faz ali empurrando ele (parte inferior) é diferente de quando ele solta ele ali?*

*III.I P: Quando eu solto ele daqui de cima eu nem aplico um impulso nele.*

25) F: *Você não mede a velocidade do jeito que ele está ali (parte de cima) pelo impulso que ele deu lá (parte de baixo), não tem como medir, porque ele vem, vem, vem, depois ele embala.*

III.III P: *Más quando ele desce, o que você acha que acontece com a velocidade lá (parte de baixo).*

26) F: *Ela aumenta!*

*O professor tenta descrever o movimento do carrinho.*

III.I P: *Na subida alguém aplica uma força no carrinho, o carrinho ganha uma velocidade desde o começo, e vem subindo.*

III.III P: *E aí o que ocorre com a velocidade dele quando ele sobe?*

27) B: *Ela diminui.*

28) I: *Isso mesmo, ela diminui.*

*Aqui eles falaram quase que simultaneamente.*

*O professor repete novamente a experiência (elemento: III.I).*

29) F: *Só que quando ele sobe, ele sobe com menos velocidade que quando ele desce.*

III.I P: *É isso mesmo, ele diminui a velocidade, ele sobe parando.*

Por dez ocasiões o professor participou da discussão apresentada no trecho (3.3). Cinco delas foram classificadas como atitudes questionadoras (elemento: III.III), e outras cinco como ações colaborativas e organizacionais (elemento: III.I).

O trecho (3.3) pode ser caracterizado por conter o princípio da discussão do problema central, ou seja, após um primeiro momento de realização de experimentos, momento este apresentado no trecho (3.2), o professor por meio de uma atitude questionadora (elemento: III.III), introduziu novamente o problema central utilizando-se para tanto, do referencial auditivo (bips) produzidos pelo artefato. A fim de iniciar a discussão do problema central, o professor perguntou aos alunos o por que de um bip ficar mais próximo do outro quando o carrinho desce o plano inclinado, e depois de realizar novamente o experimento, obteve uma série de respostas à questão colocada.

Os alunos (A, e E) apresentaram em suas argumentações uma proporção inversa entre intervalo de tempo e intensidade de velocidade. Para eles o tempo entre os bips diminuem na descida devido ao aumento da velocidade do carrinho, e aumentam na subida devido à diminuição da velocidade do carrinho.

O aluno (F) por sua vez não parecia preocupado em procurar motivos para as variações do som da sirene do carrinho. Ele mostrava-se interessado em um outro problema, ou seja, o problema da comparação entre as velocidades de chegada do carrinho na descida do plano inclinado, e de saída do carrinho na subida do plano inclinado. Em cinco declarações, ele abordou esse tema de maneira não muito explícita já que não conseguia se expressar muito bem. Embora sem muita clareza, argumentava aparentemente que a velocidade inicial do carrinho na subida do plano inclinado, era maior que a velocidade final do carrinho na descida do plano inclinado. Tal problemática ao caracterizar a participação do aluno (F) no trecho (3.3), indica que o referencial auditivo produzido pelo artefato gerou para o aluno (F), um problema permanente e distinto do que se estava discutindo.

Destaca-se também no trecho aqui analisado, a explicação apresentada pelo aluno (B) para o aumento da velocidade do carrinho na descida do plano inclinado. Para ele o motivo de tal aumento, deve-se a mudança da aderência, propriedade esta relacionada ao fenômeno do atrito e trabalhada nas atividades (1) e (2). Neste sentido, observa-se na argumentação do aluno (B) um efeito de aprendizagem produzido pelas atividades anteriores em seu conjunto conceitual. Apesar de sua explicação estar incorreta de acordo com o referencial científico, tal efeito pode ser considerado positivo, pois, indica que conceitos trabalhados em atividades anteriores, começavam a fazer parte de seu conhecimento de Física.

Outro efeito decorrente da explicação do aluno (B) foi o questionamento apresentado pelo aluno (A) e compartilhado pelo aluno (E) para as variações do som da sirene do carrinho. Este questionamento, contudo, fundamentou-se na proporção inversa entre intervalo de tempo e velocidade, mas, deixou de abordar o motivo responsável pela produção de tal aumento, o que foi feito pelo aluno (B). Em outras palavras, ao utilizar-se da explicação “mudança de aderência” o aluno (B) tentou apresentar uma causa para o aumento da velocidade. Sua hipótese fundamentava-se na influência da aderência na intensidade da velocidade.

No trecho (3.3) observou-se apenas uma declaração relacionada à categoria observação (elemento: I.II). Esta declaração foi apresentada pelo aluno (A) que novamente tentava explicar para seu companheiro de grupo, como era o artefato. O aluno (A) possuía argumentos explicativos de como era o equipamento, melhores do que os argumentos do professor, e suas explicações sobre o funcionamento do artefato eram muito úteis para todos os alunos.

Uma única declaração caracterizou a participação do aluno (I) no trecho (3.3). Tal declaração foi feita em decorrência de uma questão apresentada pelo professor (elemento: III.III) relacionada à intensidade da velocidade do carrinho na subida do plano inclinado. Fundamentando-se na observação auditiva do aumento do tempo entre os bips, sua argumentação, compartilhada pelo aluno (B), convergia às argumentações dos alunos (A, e E), ou seja, à diminuição da velocidade na subida.

Um fato interessante observado nos trechos (3.2) e (3.3) refere-se à necessidade de realizar várias vezes o experimento do plano inclinado. O professor, para reforçar os referenciais

observacionais auditivo e tátil dos alunos acerca do fenômeno estudado e do artefato, sentia tal necessidade, já que, a observação não visual do movimento do carrinho sobre o plano inclinado não era trivial. Como a compreensão dos alunos sobre o artefato foi ocorrendo aos poucos e de forma diferente, mostrar a variação do som ou mesmo fazê-los tocar no equipamento durante a atividade foi fundamental. Retomadas de raciocínios, de explicações e de percepções, mostraram-se indispensáveis para a compreensão de fenômenos de observação auditiva.

### **Trecho (3.4): O uso do conceito “aceleração”**

30) E: *Quando ele sobe, ele vai parando, e quando ele desc, ele acelera, é o efeito contrário.*

*O professor mostra outra vez o fenômeno (Elemento: III.I)*

31) I: *Se essa rampa fosse maior o som ia diminuir mais.*

32) A: *Ai faz aquele efeito que você (o professor) comentou na aula passada, a aceleração e desaceleração.*

*III.III P: Quando é aceleração?*

33) B: *Quando ele está descendo.*

34) A: *E quando ele está subindo ele está desacelerando.*

*III.IV P: Esse é um conceito da Física que eu quero comentar com vocês Quando esse carrinho desce o plano inclinado a velocidade dele aumenta, isso significa que ele acelera Quando o carrinho sobe o plano inclinado a velocidade dele diminui, isso significa que ele desacelera. Portanto essa ação de descer e subir aumenta ou diminui a velocidade.*

O uso espontâneo da grandeza “aceleração” pelos alunos caracteriza o trecho (3.4). Utilizada pela primeira vez pelo aluno (E), que a relacionou a um aumento de velocidade, foi por meio de uma argumentação do aluno (A) que o uso de tal grandeza evidenciou a influência produzida pelas atividades anteriores em seu conjunto conceitual. Depois do professor realizar novamente o experimento de deixar cair o carrinho sobre o plano inclinado (elemento: III.I), e do aluno (I) declarar que se a rampa (superfície de madeira) fosse maior, os tempos entre os bips seriam cada vez menores, o aluno (A) referindo-se às variações de velocidade do carrinho na subida e na descida do plano inclinado, relacionou tais variações à grandeza “aceleração” grandeza esta que havia sido estudada na atividade (2).

Aproveitando-se das argumentações dos alunos, o professor por meio de uma atitude questionadora (elemento: III.III) perguntou aos alunos quando o carrinho estaria acelerando. O aluno (B) relacionou o aumento de velocidade do carrinho na descida do plano inclinado à

aceleração, e o aluno (A) relacionou a diminuição da velocidade do carrinho durante a subida do plano inclinado à desaceleração. O fato de alguns alunos terem identificado e relacionado grandezas ou fenômenos estudados em aulas diferentes, mostra-se como um ponto positivo das atividades.

O final do trecho (3.4) apresenta uma explicação do professor. Naquele momento o professor sentiu a necessidade de dar esclarecimentos mais adequados acerca do conceito “aceleração” e apresentou tal explicação relacionando a referida grandeza a variações de velocidade (elemento: III.IV).

### **Trecho (3.5): A retomada da discussão do problema central**

*III.III P: A questão agora é o seguinte: Por que isso acontece? Vamos ouvir novamente o problema central da atividade, porque ele é exatamente saber isso.*

*O toca CD é ligado e o problema é falado novamente (elemento: III.I).*

*III.III P: Porque vocês acham que o carrinho acelera quando ele desce, e desacelera quando ele sobe? Em outras palavras: Porque a sirene diminui o tempo entre os bibis na descida e aumenta os bibis na subida?*

*35) A: Eu acho que quando ele desce, conforme a inclinação da pista ele vai se tornando mais pesado e por isso ele ganha velocidade. A pista está inclinada para baixo e o peso dele vai aumentando, e quando ele sobe a pista vai tornando ele mais leve. Ele subindo, ele desacelerando, ele vai ficando mais leve e aí ele não consegue ter impulso, o impulso que foi dado a ele vai perdendo a força, enquanto na descida, o impulso dele o peso dele vai favorecendo ele continuar mantendo o impulso cada vez ter mais, já subindo ele sai com um impulso, vai ficando leve não consegue manter a velocidade.*

*36) E: Ele ganha o atrito.*

*37) B: Quando ele desce, ele acelera, da pra ver pela velocidade, porque aumenta a aderência.*

*38) I.I F: Se você por a mão ali onde ele desce, você sente a pancada que ele dá, (uma observação tátil) quando ele sobe a pessoa pega ele lá encima com a maior facilidade (observação tátil, apesar do impulso que ele foi jogado).*

*O aluno (A) comunica-se com o aluno (F).*

*39) A: É que no ponto de partida o impulso é diferente, encima, ele solta, ele desce naturalmente, já em baixo tem que colocar bastante força se não ele não chega, se der um impulso pequeno ele não chega nem na metade.*



Após a discussão sobre a grandeza “aceleração” (trecho (3.4)), o professor por meio de duas atitudes questionadoras (elemento: III.III), retomou a discussão do problema central da atividade aqui analisada. O professor nas questões que apresentou, relacionou aceleração, variação de velocidade com algo perceptível aos alunos, ou seja, a variação dos sinais emitidos pela sirene. Observa-se aqui um ponto positivo do artefato, isto é, este equipamento deu subsídios para que o professor dialogasse com os alunos sobre o fenômeno da aceleração, diálogo este fundamentado nas observações não visuais dos discentes.

Procurando fazer com que os alunos apresentassem explicações para o motivo pelo qual o carrinho acelerava, ligou novamente o toca CD no problema central (elemento: III.I) e três hipóteses para a explicação do fenômeno da aceleração vieram à tona.

Para o aluno (A) o carrinho ao descer o plano inclinado acelera porque na descida seu peso aumenta, e desacelera ao subir o plano inclinado porque na subida seu peso diminui. Para o aluno (E) o carrinho aumenta a velocidade na descida porque ocorre um aumento no atrito. O aluno (B) expôs novamente sua hipótese afirmando que o carrinho acelera ao descer o plano inclinado porque aumenta a aderência. Observa-se neste fato outro ponto positivo da atividade e do artefato, ou seja, os alunos propuseram distintas explicações para as causas da variação da velocidade do carrinho.

Sob a óptica científica, as hipóteses descritas acima estão incorretas, contudo, por representarem elaborações dos alunos que as expressaram, tais hipóteses devem ser respeitadas, questionadas, e postas a prova a fim de se obter reformulações conceituais.

O aluno (F) não apresentou hipóteses para as causas da aceleração do carrinho, contudo, por meio da descrição de um experimento (elemento: I.I), comparou novamente a questão do movimento do carrinho nas extremidades do plano inclinado. Esse problema por “ter permanecido em sua cabeça” o incomodava, e este fato constituiu-se em um outro ponto positivo da atividade, ou seja, o de “gerar problemas na cabeça dos alunos”.

Destaca-se também, o comentário do aluno (A), acerca do problema colocado pelo aluno (F). Tal comentário revelou-se significativo no contexto do debate, na medida em que abordou o fato de que o problema colocado por um aluno chamou a atenção de outro.

Não é tarefa fácil em uma atividade de ensino de Física que envolve alunos com deficiência visual, manter uma certa seqüência organizacional. Questões precisam ser retomadas, problemas sem resolver “ficam na cabeça dos alunos” e eles os colocam em discussão a todo tempo. É salutar o professor não responder de imediato todas as questões apresentadas pelos alunos, já que, o ato de responder as questões pode não surtir o efeito desejado. Por exemplo: O que adiantaria o professor dizer ao aluno (F) que a velocidade de partida do carrinho na subida é a mesma velocidade de chegada na descida? Isso além de não ser trivial é difícil de ser observado. Dessa forma, a “permanência do problema na cabeça” do aluno (F) aponta para um aspecto positivo da atividade e de seu artefato, ou seja, o de gerar problemas de Física para os alunos.

### **Trecho (3.6): Continuação da discussão do problema central**

*III.I P: Então uma das hipóteses para explicar a variação do som do carrinho foi colocada pelo aluno (A), como sendo o fato que durante a descida ele ganha peso, e durante a subida ele perde peso.*

*40) II.II E: Não sei se é o peso, acho que é o impulso, conforme o peso do corpo que está sendo movimentado, pelo fato de ser inclinado o peso. O corpo que está em movimento ele vai ganhando velocidade, aumenta o atrito dele, e ele vai ficando cada vez mais veloz.*

*III.III P: Você acha que o atrito aumenta ou diminui?*

*41) E: Aumenta o atrito.*

*42) II.II A: Eu acho que o atrito é o mesmo, o que aumenta é o peso.*

*O aluno (E) pensava enquanto o aluno (A) falava e depois de um tempo afirmou:*

*43) II.IV E: O atrito diminui quando ele desce.*

*44) II.IV A: Acho que é isto mesmo, descendo o atrito diminui, subindo o atrito aumenta.*

O trecho (3.6) aborda a continuação da discussão do problema central. Este trecho destaca-se por dois aspectos principais: (1) O confronto de hipóteses para explicar as variações da velocidade do carrinho estabelecido pelos alunos (A, e E). (2) Duas reformulações conceituais, sendo uma por parte do aluno (E) e outra por parte do aluno (A).

O confronto de hipóteses teve seu início depois que o professor por meio de uma ação colaborativa e organizacional (elemento: III.I) sintetizou e explicou a todos os alunos, a hipótese da variação do peso apresentada anteriormente pelo aluno (A). Assim que o professor colocou em discussão a hipótese da variação do peso, o aluno (E) a questionou por meio de um argumento que atribuía como causa das variações de velocidade do carrinho, em primeiro lugar, um certo “impulso” e em segundo lugar, um aumento do atrito. Em outras palavras, esta hipótese se fundamentava em dois pontos centrais: (a) Não é o peso do carrinho que aumenta, e sim o “impulso”. (b) Como o atrito aumenta, a velocidade do carrinho também aumenta.

O professor questionou a hipótese do aumento do atrito apresentada pelo aluno (E), contudo, naquele momento ele não a reformulou. Todavia, o aluno (A), utilizando-se da hipótese do aumento do peso, voltou a questionar a hipótese do aumento do atrito, e desta vez, após pensar um pouco, o aluno (E) reformulou sua hipótese do aumento do atrito pela hipótese da diminuição do atrito como causa para o aumento da velocidade do carrinho na descida do plano inclinado. Curiosamente, a nova hipótese do aluno (E) convenceu ao aluno (A) de que a sua, ou seja, a do aumento do peso, não era boa e o fez reformular e compartilhar com a nova hipótese do aluno (E). Note-se que surgiu um diálogo entre os alunos fundamentado em elementos da Física como

peso, impulso ou atrito, que não necessariamente possuem significados científicos, mas que vieram a tona durante o debate.

No trecho seguinte, é abordado o compartilhamento da hipótese da diminuição do atrito pelos alunos (A, e E).

### **Trecho (3.7): O compartilhamento da nova hipótese**

45) A: *É por isto que quando tem mais atrito ele para.*

46) E: *É por isso mesmo que ele para.*

47) A: *Na aula passada a gente fez o teste e vimos que quando aumenta o atrito ele para.*

*Os alunos (A) e (E) concluem:*

48) E: *O atrito na descida diminui e ele vai ganhando velocidade.*

49) A: *Ele desenvolve essa velocidade na descida porque o atrito vai diminuindo.*

50) E: *Já na subida é o contrário, ele vai perdendo velocidade porque vai aumentando o atrito.*

No trecho (3.7), observa-se o compartilhamento entre os alunos (A, e E) da hipótese da diminuição do atrito apresentada pelo aluno (E). É possível que para o aluno (A), a conclusão de que a velocidade do carrinho aumenta na descida devido a diminuição do atrito, seja um efeito de aprendizagem produzido pelas atividades anteriores, onde foi discutida a relação entre o atrito e a velocidade. Esse aluno chegou inclusive a se referir ao fato de que a atividade (2) havia abordado a influência do atrito na velocidade de um objeto. Cabe ressaltar que o aluno (E) não havia participado da atividade (2), contudo, esse aluno participou da atividade (1), que também abordou a influência das variações da intensidade do atrito no movimento de um objeto. Dessa forma, apesar do aluno (E) não ter apresentado durante o debate declarações sobre atividades anteriores, é possível que, tal qual o aluno (A), sua conclusão sobre a diminuição do atrito como causa do aumento da velocidade, seja um efeito de aprendizagem produzido pela atividade (1).

A hipótese da diminuição do atrito proposta pelo aluno (E), é de acordo com um referencial científico, falsa. Entretanto, sua lógica se fundamenta no aumento do atrito como causa para a diminuição da velocidade. Contudo, um fator importante observado naquele momento da atividade foi a busca de soluções por parte dos alunos para o problema central, e tal busca se fundamentou em concepções próprias e modelos discutidos em outras atividades.

### **Trecho (3.8): O aumento da inclinação do ângulo do plano inclinado**

*III.I P: Eu vou aumentar esse ângulo de inclinação, vamos ver o que vai dar.*

*O professor coloca blocos de madeira sob o plano e pede aos alunos para que observem atentamente o que foi feito (elemento: III.I).*

*51) II.II I: Eu achava que o atrito aumentava na descida.*

*III.III P: Aumenta o atrito?*

*52) I: Eu acho! Eu acho que aumenta porque ele desce mais rápido do que quando sobe.*

*53) II.III E: O que aumenta é a velocidade, o atrito diminui.*

*III.III P: O atrito acelera ou desacelera um objeto em movimento?*

*54) A: Desacelera.*

O trecho (3.8) iniciou-se com a tentativa do professor em propor para discussão um novo problema, ou seja, o do aumento do ângulo do plano inclinado. Tal tentativa mostrou-se frustrada, já que, o que se destaca no trecho acima transcrito, é a retomada do problema da influência da variação do atrito na velocidade de um objeto por parte do aluno (I).

Enquanto o professor explicava a todos o problema do aumento do ângulo do plano inclinado (elemento: III.I), o aluno (I) ainda pensava em uma causa para as variações da velocidade do carrinho sobre o referido plano. Esse aluno afirmou achar que o atrito aumentava na descida, e que tal aumento seria a causa para os acréscimos de velocidade do carrinho. Estabelecendo uma proporção direta entre intensidade do atrito e intensidade de velocidade, o aluno (I) questionou a hipótese compartilhada pelos alunos (A, e E), o que provocou a defesa da hipótese por parte do aluno (E).

O fato descrito demonstra que assim como o aluno (F), o aluno (I) também permaneceu com um “problema na cabeça”, e que tentava buscar uma hipótese para explicar suas observações. Observa-se que a hipótese apresentada pelo aluno (I) para justificar o aumento da velocidade do carrinho na descida do plano inclinado era igual à primeira hipótese apresentada pelo aluno (E).

Finalizando o momento de discussão de problemas, o professor refez o experimento de mover o carrinho sobre o plano com ângulos mais inclinados e reforçou a relação entre a mudança do intervalo de tempo entre os bips e a variação da velocidade. Ainda não havia se comentado sobre o modelo de ação à distância para explicar a aceleração do carrinho. Esse modelo foi apresentado pelo professor no momento seguinte da atividade (3).

### 5.3.3-TERCEIRA PARTE DA ATIVIDADE (3): MOMENTO DE EXPOSIÇÃO DE MODELOS

Prosseguindo com a realização da atividade (3), o professor visando trabalhar o conceito de ação à distância, adotou os seguintes procedimentos de mediação: (1) Distribuiu para cada grupo de alunos, o quite (3.1) (elemento: III.I). (2) Ligou o toca CD no texto “Gravidade” (Elemento: III.I). (3) Expôs aos alunos por meio de explicações orais e táteis, o conceito de ação à distância (Elemento: III.IV). (4) Organizou um debate iniciado espontaneamente entre os alunos sobre o “estado de imponderabilidade” (Elemento: III.I).

Antes de iniciar a exposição do modelo gravitacional, o professor deixou claro aos alunos que o referido modelo, assim como as explicações apresentadas por eles anteriormente, era apenas uma hipótese, e como tal, poderia ser questionado porque não possuía o status de “verdade absoluta”. Após o referido comentário, o professor entregou aos grupos o quite (3.1) a fim de que os alunos observassem por meio do tato um dos tipos de ação à distância (elemento: III.I).

Ocorreu na atividade um novo momento de observação. Tal observação, ou seja, a de um fenômeno de ação à distância, teve por objetivo fornecer um referencial tátil a alunos com deficiência visual, acerca de um fenômeno conhecido e semelhante ao gravitacional.

O professor tocando nas mãos dos alunos, fez com que eles observassem por meio do tato a ação à distância entre ímãs. Colocando um ímã sob a mesa e outro sobre a mesa, mostrou aos alunos que a ação magnética não age em alguns materiais como a madeira (Elemento: III.I). Interagindo com os ímãs, os alunos ficaram surpresos como eles se atraíam ou se repeliam, e com o fato da madeira não sofrer ação do campo magnético.

Durante esse segundo momento de observação, o aluno (A) fez a seguinte afirmação:

#### **Trecho (3.9): Declaração do aluno (A) sobre o fenômeno gravitacional**

*55) II.IV A: Eu estava pensando na lei da gravidade, (primeira vez que surge este termo). Como você disse, é apenas uma hipótese. Eu pensei que quando o carrinho desce, ele está sendo puxado, é aquela lei da gravidade, quando você solta um corpo ele cai, dizem que a terra é um grande ímã, e quando joga para cima, faz o efeito contrário, ele vai até um certo ponto e vai voltar, a terra suga ele para si, ao contrário não (na subida) por isso que ele vai perdendo velocidade.*

Note-se que o aluno (A) apoiou-se nas observações que fez do fenômeno da atração magnética, e em concepções próprias, para reformular sua hipótese anterior (hipótese da

diminuição do atrito), e explicar o fenômeno do aumento da velocidade do carrinho na descida do plano inclinado. Sua nova hipótese considerava que a Terra seria um “grande ímã” e que como tal atrairia para si os objetos fazendo-os cair. Em sua hipótese, contudo, não muito claramente, parece ter considerado que um objeto ascendente não sofre a ação da Terra. Um aspecto positivo da declaração do aluno (A) foi o surgimento espontâneo do termo “gravidade”, termo este que ainda não havia sido utilizado na atividade. Embora incompleta e parcialmente incorreta do ponto de vista da ciência, ele sugeriu outra explicação, e a considerou como mais uma hipótese.

Assim que o aluno (A) terminou de apresentar sua nova hipótese para as variações da velocidade do carrinho sobre o plano inclinado, o professor ligou o toca CD no texto “gravidade” (elemento: III.I).

### **Texto: Gravidade**

*Você é capaz de imaginar como seria viver sem peso? O que aconteceria se a gravidade deixasse de existir?*

*Se isto ocorresse, não haveria justificativa para que tudo aquilo que se encontra apoiado sobre a superfície da Terra permanecesse assim: nós, os automóveis, a água dos oceanos, a atmosfera, vagariamos pelo espaço.*

*E se a gravidade não desaparecesse, mas fosse apenas muito pequena, que alterações ocorreriam na nossa forma de viver?*

*Andar por exemplo, seria bem diferente, pois o tempo necessário para erguer o pé e fazê-lo retornar ao solo seria bem maior. Além disso, o atrito entre o pé e o chão seria menor, o que dificultaria nossos movimentos. Escutar os sons também seria diferente, porque em um lugar de pequena gravidade, não há atmosfera, e o som precisa de meio material para se propagar. Portanto, as ondas sonoras utilizariam como meio o nosso próprio corpo e o solo.*

*Estamos tão acostumados à gravidade terrestre que esquecemos como ela influencia nossa forma de viver. Podemos pensar numa situação aqui na Terra, nada agradável, mas equivalente a uma situação de “aparente ausência de peso”. Imagine-se dentro de um elevador, cujo cabo se rompe e o sistema de segurança não funciona. O elevador despenca. O que ocorreria com o peso dos passageiros? O elevador cai devido à gravidade, as pessoas perdem contato com o piso, “flutuam” e têm a sensação de “ausência de peso”. Todos caem simultaneamente e não há como medir o peso das pessoas ou dos objetos dentro do elevador. Quando uma balança cai em queda livre, é impossível medir o peso de qualquer objeto que se coloque sobre ela, porque ele não pressiona a balança. Embora exista o peso do objeto, a balança não consegue medi-lo. Dessa forma, só não haveria peso se existisse um local onde não houvesse gravidade.*

*As situações em que há uma aparente “ausência de peso” chamam-se estado de imponderabilidade. Se uma pessoa estiver em estado de imponderabilidade, poderá facilmente carregar um caminhão. Em compensação, registrar anotações não é nada fácil, uma vez que ocorre também ausência de contato para apoio e, portanto, de atrito. Tente imaginar como seria difícil abrir a gaveta de um armário sem apoio e sem atrito.*

*Fisiologicamente, algumas alterações também ocorrem no estado de imponderabilidade. Fica mais fácil ao coração bombear o sangue para todas as regiões do corpo; a pressão para baixo, sobre a coluna vertical, deixa de existir. Aliás, o “para cima” e o “para baixo” perdem completamente o significado, pois também deixa de existir uma direção privilegiada (Adaptado de Gonçalves e Toscano, 1997, p 124).*

Depois que o texto foi falado, o professor expôs oralmente o modelo gravitacional de ação à distância, diferenciando-o da ação magnética. O trecho (3.10) apresenta a referida explicação do professor.

### **Trecho (3.10) Explicação do fenômeno gravitacional**

*III.IV P: O nome científico do fenômeno que vocês observaram, é ação à distância, já que como nós observamos por meio do quite (3.1), um ímã provoca uma ação em outro, mesmo não estando em contato com ele. Na madeira ele não interfere, essa ação ocorre devido ao campo magnético do ímã, e eu trouxe esses ímãs para poder falar sobre um outro fenômeno de ação a distância, que é o provocado pela Terra. A terra, não é que ela seja um ímã, mais ela puxa as coisas para baixo como este ímã, o planeta Terra também exerce uma ação sobre os objetos por meio da gravidade, o elemento que faz isso é a gravidade, o campo gravitacional, da mesma forma que o ímã por meio do campo magnético ele influencia no outro ímã. A terra possui o campo gravitacional e ele influencia em todos os objetos que possuem massa, ela atrai os objetos para baixo. É por esse fato que o carrinho quando desce o plano inclinado acelera, porque a Terra o puxa para baixo como um ímã, e quando você joga o carrinho para cima, ele desacelera, porque? Porque a terra continua puxando ele para baixo, como ele está indo para cima, ele desacelera. O nome desse efeito, portanto, é ação à distância. Contudo as ações exercidas pelo ímã e pela Terra não são de mesma natureza, ímã só atrai determinados materiais, já a atração gravitacional, atrai todos os objetos que possuem massa. A atração gravitacional, por exemplo, não repele os objetos, já a magnética repele. Então assim como esses ímãs que vocês estão aí interagindo, puxam uns aos outros, a Terra também atrai os objetos por meio da gravidade, do campo gravitacional. O nome desse fenômeno na Física é ação a distância, porque o corpo exerce força sobre o outro mesmo não estando em contato, assim como o ímã. A gravidade, portanto faz com que a velocidade de um objeto cadente aumente e de um objeto ascendente diminua.*

Observa-se que a discussão efetuada no momento anterior dessa atividade, o artefato, os materiais do quite (3.1), bem como, o texto “gravidade”, facilitaram ao professor a exposição oral do modelo gravitacional, pois, esses materiais contextualizaram muitos elementos conceituais como: velocidade, aceleração, gravidade, ação à distância. Devido à relação de igualdade entre os modelos explicativos apresentados pelos alunos e o modelo científico exposto pelo professor, este, não adquiriu um status de superioridade ou verdade absoluta. Como será mostrado em momentos posteriores da análise, o modelo apresentado pelo professor foi confrontado pelos alunos, e defendê-lo, não se constituiu em tarefa simples.

Depois que o professor expôs o modelo gravitacional, os alunos, por terem se interessado pelo tema “estado de imponderabilidade”, iniciaram um debate sobre o referido tema. Esse debate encontra-se discutido e analisado na seqüência.

### **O debate sobre o estado de imponderabilidade**

O estado de imponderabilidade foi um dos temas conceituais abordados pelo texto “Gravidade”. Este tema chamou a atenção dos alunos que passaram a discuti-lo entre si de maneira informal. O trecho (3.11) apresenta a transcrição do comentário dos alunos (A, B, e I) acerca da imponderabilidade.

#### **Trecho (3.11): Comentário dos alunos sobre o estado de imponderabilidade**

56) A: *Quando o elevador está descendo da uma sensação que o chão está indo embora, como aqueles brinquedos de parque de diversão, aquele da um frio na barriga.*

57) I: *A roda gigante.*

58) B: *Montanha russa!*

O professor observando o comentário dos alunos, explicou o que é o estado de imponderabilidade, utilizando-se do evento cotidiano do elevador apresentado pelo aluno (A) (elemento: III.IV). Essa explicação provocou um debate entre os alunos e o professor sobre o tema aqui considerado. O trecho (3.12), apresenta a transcrição do debate sobre a imponderabilidade, ocorrido entre os alunos e o professor.

#### **Trecho (3.12): Debate sobre o estado de imponderabilidade**

*III.IV P: Estas sensações estão relacionadas a uma aparente ausência de peso conhecida como estado de imponderabilidade. O astronauta nas naves espaciais que giram em torno da Terra está em estado de imponderabilidade.*



59) II.II F: *E no caso do avião, ele sustenta um grande peso lá em cima e não cai.*

III.IV P: *Ele se apóia no ar com as asas.*

60) II.II F: *E essa atração não puxa ele para baixo?*

III.IV P: *Ele continua sendo puxado para baixo, contudo as asas se apóiam no ar.*

61) II.II F: *E para ele se sustentar lá em cima?*

62) E: *As pessoas que estão dentro do avião se encontram no estado de imponderabilidade?*

III.III P: *Boa pergunta, a pessoa que está dentro do avião se encontra no estado de imponderabilidade?*

63) F: *Acredito que sim!*

64) A: *Dependendo da altura sim. Porque os aviões a jatos que voam muito alto eles são pressurizados?*

*Aqui surgiram várias questões entre os alunos numa conversa generalizada.*

III.IV P: *Você só vai estar em um estado de imponderabilidade se o avião começar a cair, Ao contrário ele estará se apoiando no ar, e se você colocar uma balança dentro dele você poderá pesar um objeto, agora se o avião começar a cair, a balança não vai medir mais o peso, não vai ter mais apoio, então o estado de imponderabilidade ocorre quando o objeto está sujeito somente a ação da força peso.*

65) II.II F: *Mas você não disse que os astronautas, as naves estão no estado de imponderabilidade?*

III.IV P: *No caso da nave ela está sempre caindo, e ao mesmo tempo tentando fugir da atração da Terra.*

66) II.II A: *Quando ele está dentro da nave ele não está neste estado.*

67) II.II E: *Está sim aluno (A), ele está, a nave não.*

68) II.III A: *Mas ele está dentro da própria nave!*

69) II.III E: *Mas a nave tem turbinas que a sustentam.*

70) II.II A: *O avião é sustentado pelo ar, e a nave, quem sustenta ela?*

III.IV P: *Nada sustenta a nave, ela está sempre caindo!*

71) II.II I: *Por que ela nunca cai?*

*III.IV P: Agora vocês precisam imaginar uma coisa assim: a Terra é uma bola, a nave está longe da Terra. Se ela está sempre caindo porque ela nunca cai? Porque, ao mesmo tempo que ela cai, ela possui uma velocidade de escape para sair fora da Terra, dessa forma ela possui 2 movimentos, o para baixo, e o movimento para escapar da Terra. Isso faz com que ela nem caia, nem escape da Terra, faz com que ela fique sempre girando entorno da Terra. Uma nave espacial, um satélite, a Lua, eles ficam girando em torno da Terra. A nave está no estado de imponderabilidade porque ela está sempre caindo, mas ela nunca cai na Terra porque enquanto ela vem se aproximando da Terra, ela ao mesmo tempo está escapando. É como você amarrar uma pedra num barbante e ficar girando ele, é isso que acontece, exatamente a mesma coisa, se você solta o barbante a pedra vai para lá (pela tangente). Analogamente, se a gravidade desaparecesse, a nave faria o mesmo que a pedra, se a nave perdesse a velocidade tangencial, ela cairia para a Terra.*

*72) A: A gravidade faz o efeito que da o barbante.*

*III.IV P: Exatamente! A gravidade é o que prende a nave à Terra.*

*73) A: Ela gira, gira, mas não tem como sumir.*

*III.IV P: Ela não some devido à gravidade que faz o papel do barbante. É uma ação à distância, não tem uma corda que ligue a nave à Terra, é a gravidade.*

*74) A: Por outro lado se ela perdesse a velocidade de giro, ela cairia, como a pedrinha no barbante, você tem que girar com uma certa velocidade, pelo contrário ela cai na cabeça.*

*III.I P: Exatamente!*

*75) A: Outra coisa sobre o avião se apoiar no ar, a gente percebe realmente se a gente deixar o vidro do carro aberto e começa aumentar a velocidade na estrada você nota que o vento começa a agredir, o atrito vai ficando forte o vento realmente vai criando força. Os carros de fórmula (1) são projetados ao contrário da asa do avião, se não eles voam! Inclusive quando eles quebram a asa traseira numa reta o carro decola, a pressão aerodinâmica nele é para baixo e no avião é para cima.*

O debate iniciou-se com o professor relacionando a sensação de aparente ausência de peso apresentada pelos alunos (A, B, e I) no trecho (3.11), ao estado de imponderabilidade. Ele ganhou intensidade a partir do momento que o professor utilizou-se do exemplo do astronauta, afirmando que o mesmo encontra-se em estado de imponderabilidade (elemento: III.IV).

Imediatamente após o professor ter se utilizado do exemplo do astronauta, o aluno (F), fugindo um pouco do tema “imponderabilidade”, questionou o modelo de ação à distância por meio do argumento do avião. Segundo seu questionamento, se a Terra atrai tudo para baixo, por que o avião sendo um objeto grande e pesado, não cai? É interessante notar que o texto

“gravidade” juntamente com o modelo de ação à distância apresentado pelo professor, fez com que o aluno (F) buscasse situações onde aparentemente esse modelo falha. Naquele momento da atividade, enquanto ocorria uma discussão generalizada, o professor tentava explicar individualmente ao aluno (F) o mecanismo de apoio do avião no ar, utilizando-se de argumentações que envolvem diferença de pressão na asa (elemento: III.IV), contudo, o aluno (F) não se convenceu com esse argumento. Obs.) A discussão generalizada dos alunos não permitiu a transcrição da explicação do professor ao aluno (F), pois, a fita ficou quase que incompreensível no referido trecho.

A questão do avião juntamente com o conceito da imponderabilidade, gerou um novo problema apresentado pelo aluno (E), ou seja, as pessoas dentro do avião estão em um estado de imponderabilidade? O professor por meio de uma atitude questionadora devolveu a pergunta ao aluno (E) (elemento: III.III). O aluno (F) respondeu que sim, e o aluno (A) tentando responder a questão por meio do argumento da dependência da imponderabilidade da altura, apresentou uma outra relacionada a pressurização dos aviões. Naquele momento surgiam várias questões novas entre os alunos em uma discussão generalizada. Não foi possível transcrever essas questões, devido ao número de declarações simultâneas.

O professor retomou a questão da imponderabilidade explicando aos alunos que dentro de um avião só se caracteriza o referido estado, se a aeronave estiver caindo (elemento: III.IV). A referida explicação do professor mereceu um novo questionamento do aluno (F) que, apoiando-se no fato do professor ter afirmado que os astronautas e as naves encontram-se em estado de imponderabilidade, fundamentou seu questionamento no seguinte argumento: Se as pessoas dentro de um avião só se encontrarão em estado de imponderabilidade se o referido avião estiver caindo, por que um astronauta com sua nave espacial encontram-se no referido estado sem que a nave esteja caindo?

Novamente o professor tentou defender o modelo gravitacional explicando o movimento orbital das naves espaciais. O aluno (A) por sua vez, declarou que dentro de uma nave espacial o astronauta não se encontra no referido estado. O aluno (E) o questionou dizendo que ele se encontra, mas, a nave não. O questionamento apresentado pelo aluno (E), fez com que o aluno (A) ao defender sua explicação, observasse uma contradição no discurso do aluno (E), ou seja, como pode o astronauta estar no estado de imponderabilidade, e a nave não, se o astronauta se encontra dentro da nave? O aluno (E) tentou defender sua explicação afirmando que a nave tem turbinas que a sustentam. Note-se que as argumentações do aluno (E) não convencem ao aluno (A) que ignorando a explicação das turbinas, questionou sobre o que sustenta uma nave espacial. O professor prontamente explicou que nada sustenta a nave, já que ela encontra-se caindo o tempo todo, (Elemento: III.IV). Tal explicação do professor provocou o questionamento do aluno (I) que perguntou o por que então da nave nunca cair, o que fez com que o professor apresentasse novamente os argumentos orbitais.

Naquele momento o aluno (A) demonstrou ter compreendido as explicações do professor acerca da ação da gravidade sobre a nave espacial, como também, da ação do ar nas asas do

avião. Utilizando-se do exemplo de um evento cotidiano (andar de carro com os vidros abertos), apresentou uma relação entre a velocidade do carro e a ação do ar, relação esta proveniente de observações táteis. Esse aluno inclusive apresentou um exemplo baseado nas características aerodinâmicas dos carros de corridas, afirmando que esses carros são projetados ao contrário dos aviões, ou seja, para não voar.

Os problemas relacionados a aviões ou naves espaciais, são difíceis de serem trabalhados junto a alunos com deficiência visual que nunca ou quase nunca viram satélites ou objetos no espaço, apesar do tema “imponderabilidade” ter proporcionado um contexto favorável para a discussão dos referidos problemas. Acredita-se que o conhecimento que esses alunos possuem sobre temas como estes, e que lhes permitem argumentar em um debate, seja adquirido por meio de observações auditivas (para o caso do avião), em contextos sociais, e/ou veículos de informação como TV ou rádio. Contudo, sensações provenientes de experiências como: andar de elevador, brinquedos de parque de diversão etc, podem servir de referencial para a introdução da discussão de temas que envolvam a ação gravitacional, discussão esta que pode ser estendida à exemplos mais abstratos para alunos com deficiência visual como é o caso do exemplo da nave espacial e do astronauta.

#### **5.3.4-QUARTA PARTE DA ATIVIDADE (3): MOMENTO DE AVALIAÇÃO**

O momento de avaliação encerrou a atividade (3). Naquele momento, o professor após ter apresentado a questão avaliação aberta da atividade (3) por meio do toca CD (elemento: III.I), permitiu que os alunos refletissem por um certo tempo sobre ela. Abaixo, apresenta-se a referida questão.

##### **Questão avaliação**

*Responda: Por que os objetos caem?*

Após terem ouvido a referida questão, os alunos apresentaram soluções para ela, e discutiram dois outros problemas relacionados à gravidade, isto é, a gravidade e o peso, e o problema da bexiga. O trecho (3.13) apresenta declarações que contém as respostas dos alunos para a questão problema, o trecho (3.14) contém a discussão da relação entre o peso e a gravidade, e o trecho (3.15) apresenta uma discussão acerca de um problema envolvendo a bexiga de gás Hélio. Os trechos citados encontram-se na seqüência transcritos.

**Trecho (3.13): Respostas dos alunos para o problema central da atividade (3)**

76) II.IV A: *Devido à ação da gravidade.*

77) II.IV E: *Porque a gravidade puxa esse corpo.*

78) A: *A gravidade exerce uma força nos corpos, ela puxa para baixo.*

III.III P: *E você aluno (B), o que acha?*

79) B: *Me desculpe professor, mas eu estava tentando comparar essa pergunta com a que você fez para nós na aula passada. (a questão do lago gelado).*

80) A: *É verdade, a gente não sabe a resposta até agora!*

III.III P: *Depois a gente discute esta. Vamos com a de hoje, porque os objetos caem para você aluno (I)?*

81) II.IV I: *Porque o campo de gravidade puxa esse corpo.*

Como pode ser observado no trecho (3.13), os alunos (A, E, e I) consideraram a ação da “gravidade” a responsável pela queda dos objetos. Respostas como: “devido à ação da gravidade”, “a gravidade exerce força, ela puxa para baixo”, “o campo de gravidade puxa esse corpo”, indicam que as hipóteses apresentadas pelos alunos (A, E, e I) para explicar o movimento descendente de um objeto, sofreram reformulações em relação a hipóteses apresentadas por eles anteriormente como a hipótese da diminuição do atrito, ou do aumento do peso.

Embora não se esteja aqui comparando respostas dos alunos à mesma questão antes e depois de uma determinada ação mediadora, as referidas respostas, podem representar um efeito de aprendizagem produzido pelo momento de exposição de modelos. Naquele momento, por meio dos materiais desenvolvidos (dos quais destaca-se o quite (3.1) que forneceu um referencial tátil do fenômeno da ação à distância) e de um debate, o conceito de ação à distância, foi contextualizado e trabalhado junto a esses alunos.

Destaca-se também no trecho (3.13), as declarações dos alunos (A, e B) acerca da questão avaliação da atividade (2). O aluno (B) quando questionado pelo professor sobre a questão avaliação da atividade (3) (elemento: III.III), demonstrou estar pensando na questão da atividade anterior, que como já foi discutido, havia ficado em aberto. Este fato indica que alguns alunos permaneciam refletindo em momentos posteriores das atividades, sobre questões trabalhadas durante as atividades. Observa-se que a retomada da discussão da questão avaliação da atividade (2) já foi analisada anteriormente.

Na seqüência, apresenta-se uma discussão sobre a diferença entre massa e peso, discussão esta que já se havia estabelecido na atividade (2) e que voltou a tona na atividade (3).

### **Trecho (3.14): A gravidade e o peso**

82) A: *A gravidade altera o peso das coisas?*

*III.IV P: O peso é assim, quando você diz 10 kg isso não é um peso, isso é a massa. O peso é a massa vezes o valor da aceleração da gravidade que na terra vale aproximadamente 10 m/s<sup>2</sup>. Dessa forma se você quiser saber o peso de um objeto você deve fazer este produto.*

*III.IV P: Na Lua a gravidade é menor que na Terra, é em torno de um sexto da gravidade da Terra. Na Lua o peso das coisas é menor, mas a massa é a mesma.*

O trecho (3.14) mostra como o assunto acerca da relação massa e peso veio a tona durante o momento de avaliação. Naquele momento da atividade, o aluno (A), perguntando se a gravidade altera o peso dos objetos, abordou espontaneamente o referido assunto, o que provocou duas ações mediadoras do professor relacionadas à exposição de modelos (elemento: III.IV).

Na primeira ação mediadora, o professor explicou a diferença entre peso e massa, e como calcular o peso dos objetos. Os alunos depois da explicação do professor calcularam mentalmente seus respectivos pesos e acharam divertido os valores obtidos. Na segunda ação mediadora, o professor abordou o valor da gravidade na Lua, e a influência de tal valor para o peso dos objetos. Observa-se que o tema: “gravidade e peso”, foi abordado pelo texto “Gravidade”, o que facilitou a exposição de modelos por parte do professor.

Na seqüência, apresenta-se a última discussão da atividade (3), ou seja, o problema da bexiga.

### **Trecho (3.15): O problema da bexiga**

83) *II.IV B: Se não houvesse a gravidade as coisas ficariam paradas no ar.*

84) *II.II F: Esta certo que tem a gravidade, contudo depende da oxigenação não é? Vamos pegar o exemplo da bexiga (com gás hélio) ela sobe se você não segurar.*

*III.IV P: A gravidade continua puxando para baixo, mas como o gás que está dentro da bexiga é mais leve do que o ar que está fora, aparece uma força que empurra ela para cima que é chamada empuxo.*

85) A: *Ela se torna mais leve do que o ar.*

*III.III P: Boa questão para vocês pensarem, porque a bexiga cheia de gás hélio sobe se a gravidade puxa ela para baixo?*

86) *II.II F: É exatamente o que eu estava pensando, tem algo dentro dela presa que não deixa ela descer para baixo.*

*III.IV P: Se você trocar o ar ela desce. Se você encher uma bexiga com sua boca ela já não sobe, depende do ar que está dentro dela, isto ocorre porque a bexiga cheia de gás ocupa um certo espaço no ar, e para isto ocupa um espaço que estava sendo ocupado pelo ar. De acordo com Arquimedes, existe uma força para cima exercida pelo ar na bexiga que é igual ao peso do ar que foi deslocado. Se o gás de dentro da bexiga tiver peso menor que o ar externo deslocado, o empuxo será maior que o peso da bexiga e ela irá para cima.*

*87) A: É por isto que ela vai para cima, se não houvesse atmosfera, ela cairia independentemente do gás que estivesse dentro dela.*

*88) F: É porque nesse caso não tem sustentação.*

O trecho (3.15) caracteriza-se por mais um contra exemplo apresentado pelo aluno (F) que parecia nunca estar satisfeito com as explicações do professor. Fundamentando-se no evento cotidiano de soltar bexigas, introduziu uma nova questão, ou seja, se a gravidade atrai todos os objetos para baixo, por que a bexiga vai para cima? Por meio dessa questão, o aluno (F) tentava buscar uma falha na explicação gravitacional para a queda dos corpos, o que fez com que o professor utilizando-se de um exemplo no qual a bexiga possuía um outro gás dentro dela, defendesse seus argumentos. Em seguida, o professor por meio do princípio de Arquimedes tentou explicar mais este fenômeno (elemento: III.IV). O aluno (A) por sua vez, apresentou declarações nas quais demonstrou compreensão acerca do modelo de Arquimedes, afirmando que se não existisse atmosfera, a bexiga cairia independentemente do gás que a preenchesse.

Destaca-se também no trecho (3.15), a declaração do aluno (B). Na referida declaração, o aluno (B) afirmou que se não existisse a gravidade, as coisas ficariam paradas no ar. Tal declaração diverge de concepções de senso comum convergentes ao modelo de movimento natural (Peduzzi, 1996), e parece ser efeito de aprendizagem produzido pelas discussões e observações estabelecidas nesta atividade.

Para finalizar, destaca-se que a atividade aqui discutida despertava nos alunos curiosidades que geravam problemas intermináveis. O professor na medida do possível tentava dar as explicações às questões que surgiam, como também, fechar os assuntos, mas os alunos propunham outros problemas para serem discutidos. As conclusões atingidas nunca eram definitivas, e qualquer explicação, tanto de um aluno quanto do professor, era sempre encarada como um modelo e nunca como uma verdade absoluta, tanto que os alunos sentiam-se a vontade para questionar qualquer argumentação.

### 5.3.5-A ATIVIDADE (3) ENQUANTO AMBIENTE DE APRENDIZAGEM

Os quatorze trechos apresentados (trechos de (3.2) à (3.15)), constituíram-se em um debate formado por oitenta e oito declarações dos alunos. Em tal debate, as relações entre tempo, velocidade e aceleração, o conceito de imponderabilidade e o fenômeno gravitacional de ação à distância, foram os temas principais discutidos entre os discentes e o docente. Um “conjunto conceitual” identificado nas relações entre causa e efeito estabelecidas pelos alunos em suas declarações, é explicitado aqui de forma sintética por doze hipóteses (ver capítulo IV). Observa-se que, trinta e duas declarações de um total de oitenta e oito, não foram relacionadas à proposições conceituais por não apresentarem relações de causa e efeito nem definições de grandezas Físicas. Tais declarações foram relacionadas a elementos de observação, à eventos cotidianos, à questões ou sugestões apresentadas pelos alunos durante o transcorrer da atividade.

O quadro (3.3) apresenta a relação entre cada hipótese e a numeração das declarações que contém a utilização de tal hipótese para a atividade (3).

Quadro (3.3): Relaciona para a atividade (3) cada hipótese ao número correspondente de declarações.

Hipóteses	Números das declarações
1) Quanto maior a intensidade da velocidade, menor o intervalo de tempo gasto para percorrer a mesma distância, e quanto menor a intensidade da velocidade, maior o intervalo de tempo gasto para percorrer a mesma distância.	3 (E), 6 (E), 7 (F), 8 (A), 9 (I), 11 (A), 14 (E), 16 (A), 17 (E), 20 (A), 22 (E), 31 (I)
2) A velocidade do carrinho sobre o plano inclinado aumenta na descida devido ao aumento da aderência ou atrito, e diminui na subida devido à diminuição do atrito ou aderência.	19 (B), 36 (E), 37 (B), 40 (E), 41 (E), 52 (I)
3) A aceleração provoca um aumento na velocidade, e a desaceleração provoca uma diminuição na velocidade.	30 (E), 32 (A), 33 (B), 34 (A)
4) As variações da velocidade do carrinho sobre o plano inclinado se dão devido às variações em seu peso.	35 (A), 42 (A)
5) A velocidade do carrinho sobre o plano inclinado aumenta na descida devido à diminuição do atrito, e diminui na subida devido ao aumento do atrito.	43 (E), 44 (A), 45 (A), 46 (E), 47 (A), 48 (E), 49 (A), 50 (E), 53 (E), 54 (A)
6) A velocidade do carrinho aumenta na descida e diminui na subida devido à ação da gravidade que atrai as coisas para baixo.	55 (A), 76 (A), 77 (E), 78 (A), 81 (I), 84 (B), 87 (A)
7) Não existe a atração gravitacional. Se existisse, objetos como aviões ou bexigas cairiam.	59 (F), 60 (F), 61 (F), 84 (F), 86 (F)
8) Um avião por estar voando e uma nave espacial por estar em órbita, encontram-se no estado de imponderabilidade.	63 (F), 65 (F)
9) Um objeto estará no estado de imponderabilidade dependendo da altura que se encontrar do solo.	64 (A)
10) Por estar dentro da nave espacial em órbita o astronauta não se encontra no estado de imponderabilidade.	66 (A), 68 (A)
11) Por estar dentro da nave espacial em órbita o astronauta se encontra no estado de imponderabilidade, mas a nave não se encontra devido às turbinas que as sustentam.	67 (E), 69 (E)
12) Uma nave em órbita ao mesmo tempo em que é atraída pela Terra por meio da gravidade, possui uma velocidade de escape da Terra, e esses dois fatores a fazem girar.	72 (A), 73 (A), 74 (A)



De acordo com o quadro (3.3), a hipótese (1) é representada por doze declarações, sendo quatro do aluno (A), cinco do aluno (E), uma do aluno (F) e duas do aluno (I). A hipótese (2) contém seis declarações dos alunos, das quais, duas são do aluno (B), três do aluno (E), e uma do aluno (I). A hipótese (3) está representada por quatro declarações. Dessas, duas são do aluno (A), uma do aluno (B) e uma do aluno (E). Duas declarações do aluno (A) representam a hipótese (4), enquanto que a hipótese (5) é representada por dez declarações, sendo que dessas, cinco são do aluno (A) e outras cinco são do aluno (E). A hipótese (6) é representada por sete declarações. Dessas, quatro são do aluno (A), uma do aluno (B), uma do aluno (E) e uma outra do aluno (I). A hipótese (7) por sua vez é representada por cinco declarações do aluno (F), e a hipótese (8) é representada por duas declarações desse mesmo aluno. A hipótese (9) é representada por uma declaração do aluno (A), a hipótese (10) é representada por duas declarações desse mesmo aluno, e a hipótese (11) é representada por duas declarações do aluno (E). Finalizando, três declarações do aluno (A) representam a hipótese (12).

Analisando as hipóteses à luz da categoria compreensão, pode-se explicitar as características das atitudes de compreensão utilizadas pelos alunos durante a atividade (3). O quadro (3.4) apresenta uma relação entre os alunos e os elementos de compreensão definidos anteriormente.

Quadro (3.4): Relação para a atividade (3) entre as hipóteses e as atitudes definidas na categoria compreensão.

<b>Alunos:</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>I</b>
<b>Hipótese (1)</b>	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Compartilhou	Compartilhou
<b>Hipótese (2)</b>	Questionou por meio da hipótese (4)	Compartilhou e reformulou pela hipótese (6)	Compartilhou e reformulou pela hipótese (5)	Não demonstrou atitudes	Compartilhou e reformulou pela hipótese (6)
<b>Hipótese (3)</b>	Compartilhou	Compartilhou	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes
<b>Hipótese (4)</b>	Compartilhou e reformulou pela hipótese (5)	Não demonstrou atitudes	Questionou por meio da hipótese (2)	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes
<b>Hipótese (5)</b>	Compartilhou e reformulou pela hipótese (6)	Não demonstrou atitudes	Compartilhou, defendeu e reformulou pela hipótese (6)	Não demonstrou atitudes	Questionou por meio da hipótese (2)
<b>Hipótese (6)</b>	Compartilhou	Compartilhou	Compartilhou	Questionou por meio da hipótese (7)	Compartilhou
<b>Hipótese (7)</b>	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Não demonstrou atitudes
<b>Hipótese (8)</b>	Questionou por meio da hipótese (10)	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Não demonstrou atitudes
<b>Hipótese (9)</b>	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes
<b>Hipótese (10)</b>	Compartilhou e defendeu	Não demonstrou atitudes	Questionou por meio da hipótese (11)	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes
<b>Hipótese (11)</b>	Questionou por meio da hipótese (10)	Não demonstrou atitudes	Compartilhou e defendeu	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes
<b>Hipótese (12)</b>	Questionou e compartilhou	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Questionou por meio da hipótese (7)	Questionou

De acordo com o quadro (3.4), quatro conjuntos de hipóteses, por apresentarem características semelhantes de atitudes de compreensão podem ser destacados: (1) o conjunto formado pelas hipóteses (1, 3, e 9), (2) o conjunto formado pelas hipóteses (2, 4, 5, e 6), (3) o conjunto formado pelas hipóteses (8, 10, e 11), e o conjunto (4) formado pelas hipóteses (7, e 12).

O conjunto (1) caracteriza-se por conter apenas hipóteses compartilhadas (elemento: II.I). Em outras palavras, a relação de proporção inversa entre velocidade e tempo (hipótese-1), a relação de proporcionalidade direta entre aceleração e variação de velocidade (hipótese-3), bem como, a relação entre altura do solo e imponderabilidade (hipótese-9) não receberam questionamentos, não foram defendidas e nem reformuladas.

Das três hipóteses consideradas no conjunto (1), a hipótese (1) compartilhada entre os alunos (A, E, F, e I) (Elemento: II.I), e a hipótese (3) compartilhada entre os alunos (A, B, e E) (elemento: II.I), podem ser consideradas como efeito de aprendizagem produzido principalmente pelas atividades (2) e (3) que abordaram as relações entre tempo velocidade e aceleração em seus momentos de experimentação, de discussão, e de exposição de modelos. A hipótese (9) representa uma elaboração conceitual individual do aluno (A), realizada para explicar o estado de imponderabilidade. Tal hipótese por não ter provocado qualquer atitude de compreensão por parte dos alunos, não se mostra significativa para o conjunto conceitual trabalhado.

As hipóteses (2, 4, 5, e 6) do conjunto (2), representam um conflito de idéias no qual questionamentos, defesas e reformulações conceituais podem ser identificados. O tema principal de tal conflito refere-se aos motivos pelos quais ocorriam variações na velocidade do carrinho no plano inclinado. As três hipóteses elaboradas fundamentam-se respectivamente em quatro relações: proporcionalidade direta entre intensidade do atrito e variação da velocidade (hipótese-2), proporcionalidade inversa entre intensidade do atrito e variação da velocidade (hipótese-5), proporcionalidade direta entre a intensidade do peso e a variação da velocidade (hipótese-4), influência da ação à distância exercida pela Terra nos objetos por meio da gravidade (hipótese-6).

No conflito considerado, o aluno (E) apresentou duas reformulações de hipóteses (elemento: II.IV). Primeiro, reformulou a hipótese (2) pela hipótese (5), e mais tarde, reformulou a hipótese (5) pela hipótese (6). Já o aluno (A) após questionar a hipótese (2) por meio da (4) (elemento: II.III), reformulou a hipótese (4) pela (5) e mais tarde pela (6) (Elemento: II.IV). Os alunos (B) e (I) compartilharam inicialmente a hipótese (2) (Elemento: II.I) e a reformularam pela (6)(Elemento: II.IV).

Entende-se que a primeira reformulação de hipóteses realizada pelos alunos (A, e E), possam ser resultados de três fatores: (1) observação auditiva do fenômeno da aceleração; (2) reflexões produzidas pelo conflito que havia se estabelecido; (3) efeito de aprendizagem da atividade (2). Já a segunda reformulação de hipóteses que abrangeu os alunos (A, B, E, e I), pode ser um efeito de aprendizagem produzido pela mediação docente, e pela observação tátil de um dos fenômenos de ação à distância.

As hipóteses (8, 10, e 11), que constituem o conjunto (3) caracterizam um segundo conflito de hipóteses ocorrido na atividade (3). Esse segundo conflito teve por tema principal o estado de imponderabilidade, tema discutido entre os alunos devido ao texto "Gravidade". Durante o debate, três hipóteses diferentes para explicar o fenômeno em questão foram elaboradas pelos alunos (A, E, e F).

As atitudes de questionamentos e defesas de hipóteses, não produziram entre os alunos, reformulações de hipóteses. Não se observou também, reformulações conceituais sobre o tema imponderabilidade produzidas pela mediação do professor, que participou do debate defendendo os argumentos científicos. Este fato, contudo, não significa que os alunos não compreenderam o conceito trabalhado, significa provavelmente que possíveis reformulações conceituais que possam ter ocorrido não foram avaliadas devido ao contexto do debate.

O tema “estado de imponderabilidade” trouxe a tona a discussão do movimento orbital de naves espaciais (conjunto (4) hipóteses (7 e 12)). Este tema mostrou-se complexo de ser trabalhado junto à alunos com deficiência visual, contudo, a contextualização do fenômeno em conjunto com informações obtidas socialmente por esses alunos, deram ao professor condições para o estabelecimento de argumentações que podem produzir aprendizagens como observou-se para o caso do aluno (A). Esse aluno, apesar de não formular hipóteses contrárias à hipótese orbital (hipótese-12), questionou juntamente com o aluno (I), a explicação científica para a órbita de um objeto, e ao final da atividade, demonstrou em suas declarações ter compreendido a referida explicação.

A hipótese (7) apenas compartilhada pelo aluno (F) (Elemento: II.I), desempenhou um papel fundamental durante as discussões estabelecidas na atividade (3). Por meio dela, o aluno (F) apresentou vários questionamentos (Elemento: II.II), o que fez o professor defender constantemente o modelo científico, defesas estas que provocavam o surgimento de novos assuntos. Nesse sentido, a participação do aluno (F) na atividade (3) representou o questionamento constante, e o não convencimento mediante as respostas ou explicações. Suas posições nunca eram pacíficas, já que a todo momento apresentava problemas não abordados, retomava a discussão de temas deixados para traz, o que dificultava o fechamento dos temas trabalhados.

Finalizando, enquanto ambiente de aprendizagem, a atividade (3) proporcionou condições para que os alunos buscassem soluções ao problema central que a eles foi apresentado. A referida busca de soluções fundamentou-se na experimentação, e na apresentação de hipóteses que objetivavam explicar o que havia sido observado por meio da experimentação realizada no artefato e nos materiais do quite (3.1). As hipóteses estabelecidas pelos alunos para as relações: velocidade x tempo, aceleração x velocidade, atrito x velocidade, peso x velocidade, e para o conceito de imponderabilidade, deram condições para o professor discutir e apresentar o modelo gravitacional de ação à distância, e fenômenos como o movimento orbital e o da força de empuxo. A atividade (3) também se mostrou eficaz em produzir entre os alunos vários questionamentos, defesas e reformulações de hipóteses, como também, discussões sobre

problemas novos e não planejados, como foi o caso do problema da bexiga com gás Hélio e o da imponderabilidade dentro do avião.

Portanto, a partir das análises efetuadas, conclui-se que a atividade (3), foi capaz de motivar os alunos e proporcionar aos mesmos, condições para que eles: (1) Realizassem experimentos sobre a aceleração da gravidade; (2) Observassem e analisassem por meio de referenciais auditivos e táteis, o fenômeno da ação à distância; (3) Observassem e analisassem por meio do referencial auditivo, variações de velocidade (o fenômeno da aceleração). (4) apresentassem problemas não planejados para discussão; (5) Expusessem, questionassem, defendessem e reformulassem hipóteses durante as discussões do problema central e da questão avaliação; e (6) ouvissem por meio do professor ou do texto falado: texto “Gravidade” sínteses e problemas relacionados ao fenômeno gravitacional.



## **5.4-ANÁLISE DA ATIVIDADE (4)**

### **QUEDA DOS OBJETOS**

A atividade (4) contou com a participação de sete alunos, e teve um tempo de duração de 58 min. Seu desenvolvimento prático se fundamentou em três momentos: (a) Momento de conhecimento do artefato (4.1) de observação e de tomada de dados acerca do fenômeno “queda dos objetos”; (b) Momento de análises qualitativas e quantitativas do fenômeno estudado; (c) Momento de generalizações conclusões e avaliação. No primeiro momento da atividade, os alunos divididos em três grupos conheceram o artefato “Interface sonora para queda dos objetos”, e por meio dele, realizaram observações auditivas do fenômeno aqui discutido, e obtiveram dados quantitativos sobre a queda do objeto por meio das marcações deixadas na fita de papel pelo marcador de tempo. No segundo momento, os alunos em grupos analisaram as marcas deixadas no papel, e fizeram cálculos de aceleração e velocidade. No momento final, o professor ligando o toca CD na questão avaliação da atividade (4), propôs uma questão aos alunos a fim de que generalizações e conclusões a cerca do fenômeno pudessem ser feitas.

Levando-se em conta as três categorias de análise definidas no capítulo (IV), analisar-se-á na seqüência, os três momentos da atividade (4).

#### **5.4.1-PRIMEIRA PARTE DA ATIVIDADE (4): MOMENTO DE CONHECIMENTO DO ARTEFATO (4.1) DE OBSERVAÇÃO E DE TOMADA DE DADOS ACERCA DO FENÔMENO “QUEDA DOS OBJETOS”**

Objetivando dar ao aluno com deficiência visual condições para a observação auditiva e tátil da queda de um objeto, bem como, para a análise quantitativa desse movimento, desenvolveu-se o artefato: Interface sonora para queda dos objetos. Sua descrição encontra-se na seqüência.

#### **Artefato (4.1): Interface sonora para queda dos objetos**

Para a realização desta atividade, desenvolveu-se com o auxílio de um aluno de graduação em Licenciatura em Física da UNICAMP, um artefato que permite a uma pessoa com deficiência visual, a observação auditiva e tátil do fenômeno da queda de um objeto. O referido artefato, possui também a propriedade de registrar em alto relevo o movimento de queda de um disco metálico em uma fita de papel. Este equipamento ganhou do Instituto de Física da UNICAMP, o prêmio de melhor trabalho de graduação do ano de 2002.

O artefato trata-se de um tubo de PVC de 1,80 m de altura com 102 mm de diâmetro interno. O referido tubo foi perfurado a cada 15 cm, e nesses furos, foram colocados sensores magnéticos para alarme. Quando abandonado da extremidade do tubo, um disco desliza dentro do mesmo com um ímã e ao passar pelos sensores, o ímã ativa o alarme. Fixou-se ao disco um fio de nylon para que o mesmo pudesse ser retirado de dentro do tubo. Este fio também permite a observação tátil da atração gravitacional exercida pela Terra ao disco. No topo do tubo, foi colocada uma chapa dobrada por onde o papel (fita para marcador de tempo) é alimentado e preso ao disco. No topo da estrutura do artefato fica a bobina com um oscilador e um potenciômetro que permitem ajustar a frequência mais adequada de impacto para a agulha que perfura o papel enquanto o disco cai dentro do tubo.

Foto (4.1): Tubo de PVC do artefato (4.1)



Foto (4.2) Disco metálico.



Foto (4.3): Disco metálico preso à fita de papel.



Tal como na atividade (3), o artefato aqui exposto era único. Isso deveu-se ao fato de que réplicas de um material de observação sonora utilizadas simultaneamente pelos grupos, poderiam causar confusões sonoras, o que prejudicaria a observação do fenômeno estudado.



Repetindo-se os procedimentos adotados nas atividades (1) (2) e (3), no início da atividade (4), o professor dividiu aleatoriamente os alunos em grupos (elemento: III.I). O quadro (4.1) apresenta como os grupos ficaram formados.

Quadro (4.1) Relaciona cada grupo com os alunos pertencentes ao mesmo na atividade (4).

<b>Grupos</b>	<b>Alunos</b>
Grupo-1	A e B
Grupo-2	F e D
Grupo-3	C, E, e I

Os alunos (G) e (H) não participaram da atividade devido a um compromisso de trabalho dentro da própria escola, ou seja, precisavam terminar a reforma de uma cadeira.

No início da atividade, após os alunos terem sido divididos em grupos, o professor explicou detalhadamente a eles, o funcionamento do artefato (4.1) (elemento: I.I). Naquele momento os alunos manipulavam o fio de nylon que segurava o disco, deixavam o disco cair e ouviam a variação do som proveniente dos alarmes durante a queda do disco dentro do tubo. O professor explicou o funcionamento do marcador de tempo, o porque da fita de papel dever ficar solta e não presa ao rolo de papel e a função dos alarmes colocados a cada 15cm (elemento: I.I).

Obs: A disposição da fita de papel solta e não em forma de rolo se mostrou mais eficaz, já que, a utilização da mesma na forma de um rolo, fazia com que durante a queda do objeto, o papel se rompesse, coisa que não ocorria com a fita solta.

Os alunos naquele momento da atividade tinham liberdade de tocar o equipamento, bem como, deixar cair o objeto dentro do tubo a fim de observarem o som da queda. Para que os alunos compreendessem bem o que é um marcador de tempo (vibrador), um outro aparelho similar em funcionamento, contudo sem agulha, foi mostrado a eles. O som dos alarmes chamava muito a atenção dos alunos. O professor também pediu para que os mesmos percebessem por meio do tato a ação gravitacional exercida pela Terra ao disco, segurando o fio de nylon.

Os alunos utilizando-se do fio de nylon puxavam e deixavam cair o objeto dentro do tubo de formas diferentes, provocando diferentes variações no intervalo de tempo do som proveniente dos alarmes durante a queda do disco. O vibrador foi ligado e o professor solicitou que os alunos ouvissem a vibração proveniente do contato da agulha com a chapa dobrada, para que os mesmos distinguíssem o som do vibrador do som dos alarmes. O professor deixou cair o objeto dentro do tubo, e os alunos observaram auditivamente a queda do disco por meio dos sinais do alarme. Por fim o papel foi preso ao disco com o auxílio de um ajudante vidente, e o professor deixou cair o disco preso à fita de papel dentro do tubo para se obter as marcas provenientes do vibrador. Em seguida o ajudante vidente furou o papel a cada 5 tiques com uma marca maior, e essa fita foi

entregue posteriormente aos grupos para análise. Esse procedimento foi repetido junto aos três grupos.

Foto (4.4): Fita de papel com as marcas superiores e as marcas feitas pelo vibrador (marcas centrais)



Um fato estrutural que diferencia a atividade (4) das atividades (2) e (3) e a assemelha à atividade (1) é o de não possuir problema central. Como será visto posteriormente, a atividade (4) possui algumas tarefas a serem realizadas pelos alunos como o cálculo de velocidade e de aceleração. Por este motivo, durante o primeiro momento dessa atividade, os alunos não tinham por objetivo buscar soluções a um determinado problema. Naquele momento, eles apenas realizavam observações e coletavam dados para análises futuras. Obteve-se, portanto, no primeiro momento da atividade aqui analisada, oito declarações dos alunos relacionadas à observação do experimento de deixar cair o disco dentro do tubo. Tais declarações, juntamente com outras vinte (ver trecho (4.2)) relacionadas à observação da fita de papel, foram analisadas de acordo com a categoria observação (ver capítulo 4).

O quadro (4.2) apresenta uma relação entre os elementos de observação e os alunos participantes da atividade (4).

Quadro (4.2) Relação para a atividade (4) entre os alunos e os elementos de observação.

Alunos	Descreveu experimentos	Descreveu a observação de materiais	Descreveu a observação de qualidades	Propôs experimentos
A:	Duas vezes	Oito vezes		
B:	Uma vez	Duas vezes		
C:		Uma vez		
D:				
E:	Duas vezes	Três vezes		
F:	Duas vezes	Seis vezes		
I:	Uma vez			

Como mostra o quadro (4.2) as vinte e oito declarações dos alunos relacionadas à categoria observação, foram classificadas como descrição de experimentos (elemento: I.I), e descrição de materiais (elemento: I.II). Os alunos (A, B, E, e F), apresentaram descrições de experimentos e descrições de materiais. O aluno (C) apresentou apenas descrição de materiais e o aluno (I) apresentou apenas descrição de experimentos. Assim, das vinte e oito declarações, o aluno (A) apresentou dez, o aluno (F) apresentou oito, o aluno (E) apresentou cinco e o aluno (B) apresentou três. Os alunos (C, e I) apresentaram uma declaração cada um. O aluno (D) não apresentou qualquer declaração que pudesse ser classificada de acordo com a categoria observação.

Na seqüência, por meio do trecho (4.1) apresentam-se as primeiras oito declarações dos alunos relacionadas à categoria observação. As outras vinte encontram-se disponíveis no trecho (4.2). As referidas vinte declarações foram obtidas no segundo momento dessa atividade quando os alunos faziam observações da fita de papel que a eles foi entregue para análise.

**Trecho (4.1): Oito primeiras declarações dos alunos relacionadas à categoria observação durante a realização do experimento**

*I.I A: O som fica mais rápido.*

*I.I B: É verdade, ele faz: bibibi cada vez mais rápido.*

*I.I A: O som varia.*

*I.I F: Quando cai aumenta a velocidade.*

*Uma dúvida do aluno (F) sobre os sons provenientes do alarme e do vibrador.*

*I.I F: Se eu for soltando aquele negócio (disco preso ao fio) ele vai fazer bibibi, (som dos alarmes). Isso vai mudar o som daquele outro? (vibrador)*

*O professor explica a diferença entre o som proveniente do vibrador e dos alarmes.*

*III.I P: Não, são sons independentes.*

*I.I I: Que rápido!*

*I.I E: Deu para perceber que quando você soltou para o aluno (A) ele (o disco) caiu mais de vagar!*

*Obs.) O aluno (E) havia prestado atenção às variações do som do alarme por ocasião da realização da experiência junto ao grupo (1). Neste grupo o aluno (A) ficou levantando e deixando cair o disco várias vezes com velocidades diferentes. Este fato chamou a atenção do aluno (F) que no momento da realização do experimento por parte do grupo (1) se encontrava sem atividade específica, contudo, observava auditivamente a realização do experimento. Mediante este fato, o professor prontamente pediu que ele (aluno F) repetisse o que fizera o aluno (A) (elemento: I.I). Após realizar o experimento, o aluno (F) deu a seguinte declaração:*

*I.I E: Ele acelera quando cai.*

Como pode ser observado no trecho (4.1), várias idéias que viriam motivar o restante da atividade foram elaboradas e explicitadas. Declarações espontâneas como: “o som fica mais rápido”, “é verdade, ele faz: bibibi cada vez mais rápido”, “quando cai aumenta a velocidade”, “que rápido!”, “ele acelera quando cai”, revelam idéias intuitivas dos alunos sobre o fenômeno estudado, e contextualizam o referido fenômeno em relação à conceitos diretamente relacionados ao movimento de queda de um objeto como rapidez, velocidade, aceleração.

Um outro fato observado no primeiro momento da atividade (4) foi o de que os alunos se mostravam muito interessados em manipular o equipamento (interface sonora), ou seja, deixar cair o disco dentro do tubo, puxar ele de volta com o fio de nylon, e com isto observar o som proveniente dos alarmes, tanto que o professor teve que interromper a participação dos alunos nessa etapa, devido ao limite do tempo.

Este primeiro momento da atividade também foi fundamental para a coleta dos dados que seriam analisados na etapa seguinte. Como mencionado anteriormente, uma fita de papel solta de seu rolo, de aproximadamente 2 m de comprimento, marcada em alto relevo em sua parte superior por marcas (pequenos furos) espaçadas de 1cm, foi presa ao disco e colocada entre a agulha do vibrador e a chapa dobrada. Para não correr o risco da agulha não furar o papel em alguns pontos, anexou-se à agulha do vibrador, uma carga de caneta. Dessa forma, além dos furos, obtinham-se marcas de tinta na fita de papel. Devido ao fato do professor ter deficiência visual, um colaborador vidente se mostrou muito útil neste momento, já que, o mesmo, prendeu a fita de papel ao disco, e reforçou com uma agulha, determinadas marcas preestabelecidas na fita, ações que o professor devido à deficiência visual não era capaz de exercer.

Conclui-se dessa primeira etapa da atividade (4) que o artefato (4.1) se mostrou muito eficaz para a observação da queda de um objeto por parte de um aluno com deficiência visual, já que os colocava em contato com o referido fenômeno. Eles podiam perceber auditivamente que o objeto caía e que caía cada vez mais rápido. Essa percepção tornou-se possível devido a diminuição do intervalo de tempo entre dois sinais consecutivos emitidos pelos alarmes durante a queda do disco dentro do tubo. Dessa forma, um fenômeno que normalmente é apenas observado visualmente, o que é impossível a uma pessoa cega ou com baixa visão, por meio do equipamento desenvolvido tornou-se observável auditivamente.

Na seqüência, será apresentada a continuação da análise da atividade (4), continuação esta que abordará as descrições dos alunos para a fita marcada, bem como, as discussões sobre os conceitos de velocidade e aceleração.

#### **5.4.2-Segunda parte da atividade (4): Momento de análises qualitativas e quantitativas do fenômeno estudado**

Aqui será descrito o segundo momento da atividade que se constituiu na análise por parte dos discentes do movimento de queda do disco dentro do tubo. Para tanto, a fita marcada se mostrou fundamental, já que, trouxe consigo registros de distâncias e tempos, grandezas indispensáveis para o cálculo da velocidade e da aceleração.

Contudo, para realizar a análise da segunda parte da atividade (4), selecionou-se algumas declarações dos alunos que foram fragmentadas e separadas em cinco trechos, a saber: Trecho (4.2): Descrições dos alunos para a fita marcada pelo marcador de tempo; Trecho (4.3): Diálogo entre o professor e os alunos pertencentes ao grupo (2), sobre o significado das distâncias obtidas e o tempo; Trecho (4.4): Diálogo entre o professor e os alunos do grupo (1) sobre a variação das distâncias; Trecho (4.5): Diálogo entre o professor e os alunos sobre o cálculo de velocidades médias; Trecho (4.6): Discussão entre o professor e alunos de vários grupos sobre os conceitos de velocidade e aceleração.

A referida seleção de declarações fez-se necessária devido aos seguintes fatos: (1) Como os alunos estavam trabalhando em grupos efetuando cálculos, suas declarações não se constituíam em um debate contínuo; (2) Devido à característica de simultaneidade que as discussões adquiriram durante aquele momento da atividade, a gravação de algumas declarações não ficou nítida, o que acarretou na impossibilidade de suas transcrições.

Observa-se que por apresentarem definições de propriedades Físicas, algumas das vinte declarações do trecho (4.2) enquadradas na categoria observação, também puderam ser analisadas levando-se em conta a categoria compreensão. Na seqüência, apresenta-se a análise dos cinco trechos considerados.

Após terem realizado observações do movimento de queda do disco e coletado dados sobre o mesmo, no início do segundo momento da atividade (4) cada grupo voltou ao seu lugar e o professor entregou-lhes a fita marcada correspondente ao seu grupo (elemento: III.I). O trecho (4.2) apresenta a transcrição das declarações dos alunos relacionadas à observação da fita de papel marcada pelo marcador de tempo.

### **Trecho (4.2): Descrições dos alunos para a fita marcada pelo marcador de tempo**

*III.III P: O que vocês conseguem observar nesta fita?*

*1) I.II A: Que as marcas do vibrador são as marcas mais ao centro.*

*III.I P: Não são marcas de um tique, e sim de 5 tiques. Usando as mãos o professor fez: (papapapapa)*

*O aluno (A), explica com as mãos ao seu colega de grupo o que havia acabado de compreender:*

*2) I.II A: Essa distância aqui é de cinco batidas do vibrador.*

*3) I.II A: Da pra calcular por esses centímetros aqui de cima.*

*III.I P: Aqui aluno (E) (mostra com as mãos), note que as marcas acima são os cm, e as ao centro são as que devem ser medidas.*

*III.III P: As distâncias entre as marcas estão diminuindo ou aumentando?*

*4) I.II E: Elas diminuem e aumentam.*

*5) I.II F: Para mim é 30 cm. (Distância entre dois pontos consecutivos na fita de papel).*

*Conta os centímetros em voz alta.*

*III.I P: Vamos ver: a primeira marca está aqui. (mostra com as mãos para os alunos (D e F)) e a outra está aqui.*

*O aluno (F) não havia notado com o tato a segunda marca. O professor ajudou-o a encontrar.*

*6) I.II A: A minha deu 14cm.*

*III.I P: É uma coisa meio aproximada. Quem quiser anotar anote em Braille.*

*7) I.II F: O meu deu 13 cm.*

*8) I.II E: O meu deu 14 cm.*

*III.II P: Meçam a segunda marca.*

9) I.II F: *A minha primeira marca deu 13 cm, olha só:*

*Conta com os dedos e em vós alta de um a treze.*

10) I.II A: *Meu segundo deu 17cm.*

III.III P: *Aumentou ou diminuiu a distância?*

11) I.II B: *Aumentou.*

12) I.II B: *Nossa, terceira marca deu 20cm.*

III.I P: *Com que marcas vocês estão? Pergunta ao grupo (1).*

13) I.II A: *14, 17, 20.*

III.II P: *Meçam mais uma.*

14) D: *Por favor, ajudante, fure com o punção as marcas, por favor.*

*O aluno D estava com dificuldade de perceber as marcas. O ajudante furou.*

15) I.II E: *Medi a segunda marca, deu 17cm.*

III.I P: *Essa é a segunda, vamos achar a terceira. Está aqui (coloca as mãos dos alunos do grupo (3) nas marcas dois e três).*

16) I.II A: *Temos a quarta marca 23cm. As marcas são, 14cm, 17cm, 20cm, 23cm.*

*(grupo-1).*

17) I.II C: *Nossas marcas são: 14cm, 17cm 20cm. (grupo-3).*

18) I.II F: *As minhas deram: 13cm, 16cm e 20cm(grupo-2).*

19) I.II F: *A minha variou a primeira vez 3 e depois 4. Mais ou menos.*

20) I.II A: *A nossa variou 3cm por décimos.*

21) I.II F: *Aqui deu 14cm por décimos, depois 16cm por décimos, e depois 20cm por décimos, a variação está dando 2cm, 4cm mais ou menos.*

Como mostra o trecho (4.2), o professor dando seqüência a atividade aqui analisada, perguntou aos grupos o que eles podiam notar na fita (elemento: III .III). O aluno (A) notou logo de início a diferença entre as marcas deixadas pelo vibrador e as marcas espaçadas de 1cm. Como comentado anteriormente, na fita havia dois tipos de marcas. As feitas pelo vibrador e destacadas pelo ajudante, que ficavam mais ao centro do papel, e as marcas de 1cm, um pouco mais acima, feitas antes da experiência. O professor aproveitando-se da referência às marcas centrais

apresentada pelo aluno (A) explicou que duas marcas consecutivas, eram marcas devido à cinco tiques do vibrador (elemento: III.I), e assim as diferenças entre as marcas centrais e superiores foram explicadas à cada grupo. O professor explicou que as distâncias entre as marcas centrais consecutivas significavam distâncias que o disco havia percorrido dentro do tubo em um certo intervalo de tempo, e esse intervalo de tempo era o mesmo para todas as distâncias percorridas. Dessa forma, o professor tocava na mão dos alunos, e colocava, pacientemente e repetindo quantas vezes fossem necessárias, seus dedos junto às marcas superiores e inferiores do papel a fim de explicitar suas diferenças (elemento: III.I).

O professor explicou aos alunos que a unidade de tempo de “cinco tiques” seria denominada “décimos”, e explicou também que essa unidade era uma unidade arbitrária, e não representava a décima parte do segundo (elemento: III.IV) (ver a atividade (4) no capítulo (III)). Obs.) a transcrição de algumas explicações do professor não encontram-se disponíveis no trecho (4.2) pelos motivos já explicitados no início desse tópico.

Depois das explicações do professor, os alunos começaram a apresentar valores para as medições na fita, o que evidenciou a eficácia da disposição das marcas de um centímetro na parte superior da fita de papel. O processo de medição por meio do tato era o seguinte: Um dos dedos indicadores (por exemplo o da mão esquerda) era colocado sobre a primeira marca central, e o outro dedo indicador (por exemplo o da mão direita) era colocado paralelamente ao outro dedo, nas marcas superiores. Em seguida, o dedo que estava sobre a primeira marca era levado a segunda marca, e o dedo que estava sobre as marcas de 1cm contava a distância entre a primeira e segunda marca. Esse processo era repetido para a obtenção das distâncias entre as marcas seguintes. Dessa forma, os valores das quatro marcas encontradas pelos grupos ficaram em torno de 14cm, 17cm, 20cm, 23cm. Disponibilizou-se aos alunos reglete e punção para serem anotados os valores medidos em Braille, contudo eles decoraram os valores das marcas.

Após os alunos terem realizado as medidas de quatro marcas, o professor objetivando introduzir a discussão dos conceitos de velocidade e aceleração, questionou-os sobre o significado dessas marcas (elemento: III.III), e solicitou que os mesmos verificassem se as marcas eram iguais ou diferentes (elemento: III.II).

Destaca-se no trecho (4.2) a não observação do aluno (F) da segunda marca deixada pelo marcador de tempo, o que o fez obter o valor de 30cm para o primeiro intervalo de tempo. Contudo, o professor por meio de uma atitude colaborativa e organizacional mostrou a esse aluno a segunda marca (elemento: III.I) o que fez com que ele obtivesse o valor correto.

Observa-se no final do trecho (4.2) duas declarações dos alunos (A, e F) que relacionam distância percorrida com tempo gasto para percorrer tal distância. Por meio de tais declarações, esses alunos espontaneamente introduziam a discussão do conceito de velocidade, que viria a tona posteriormente no decorrer do desenvolvimento da atividade (4).

Em síntese, no início do segundo momento da atividade aqui analisada, foi necessário que o professor ficasse atento à simultaneidade de dúvidas que surgiam entre os grupos, e por tal



motivo, percorria os mesmos, e quando estava em um deles, dava explicações à seus participantes, procurando ouvir as discussões de outros grupos, já que estas se desenvolviam paralelamente (elemento: III.I). Encerradas as referidas explicações preliminares, e o processo de medição das fitas, a atividade foi conduzida para uma análise quantitativa do fenômeno estudado, ou seja, o cálculo de velocidades médias e da aceleração de queda do objeto. Os trechos (4.3), (4.4), (4.5) e (4.6), apresentam as discussões realizadas sobre os conceitos considerados.

**Trecho (4.3): Diálogo entre o professor e os alunos pertencentes ao grupo (2) sobre o significado das distâncias obtidas e o tempo**

*III.III P: O que significam as distâncias entre duas marcas?*

*22) D: Significa uma distância que o objeto caiu em um certo tempo.*

*23) F: E esse tempo, que tempo é esse?*

*III.I P: Esse tempo é o tempo de cinco tiques: Professor faz com as mãos: (papapapa)*

O trecho (4.3) é constituído por duas declarações do professor, e outras duas declarações dos alunos, sendo uma do aluno (D) e outra do aluno (F). Destaca-se no referido trecho, a declaração do aluno (D) que ao responder uma questão colocada pelo professor (elemento: III.III), relacionou distância e tempo. Cabe ressaltar que esse aluno não havia até aquele momento da atividade se pronunciado muitas vezes, contudo, sua declaração indica que esse aluno estava envolvido pela atividade.

Destaca-se também no trecho (4.3) a atitude colaborativa e organizacional do professor (elemento: III.I) que para explicar ao aluno (F) uma questão acerca do tempo de queda, utilizou-se de um referencial sonoro, ou seja, tapas nas mãos.

**Trecho (4.4): Diálogo entre o professor e os alunos do grupo (1) sobre a variação das distâncias**

*III.III P: O que significa o aumento verificado nas distâncias?*

*24) B: Significa que no primeiro intervalo de tempo, ele percorreu 14cm e no segundo, percorreu 17cm.*

*25) A: Então ele percorreu aqui 14 cm em 1 décimo, e aqui 17 cm em 1 décimo, aumentou a velocidade dele.*

O trecho (4.4) inicia-se com uma questão apresentada pelo professor (elemento: III.III) acerca do aumento nas distâncias entre as marcas. O aluno (B) sem referir-se aos conceitos de velocidade e de aceleração, relacionou o valor de duas marcas consecutivas na fita de papel aos dois primeiros intervalos de tempo. O aluno (A) por sua vez, foi um pouco além, ou seja, apresentou dois valores no formato de velocidade (cm por décimos) e observou o aumento da mesma, sem, no entanto, referir-se ao conceito de aceleração.

#### **Trecho (4.5): Diálogo entre o professor e os alunos sobre o cálculo de velocidades médias**

*III.IV P: Para se calcular a velocidade média, divide-se a distância pelo tempo. Calculem a velocidade média em cada intervalo que vocês obtiveram.*

*26) E: 14 cm por décimo (primeiro intervalo), depois, 17cm por décimo (segundo intervalo).*

*III.I P: Isso mesmo, aqui ele percorreu 14cm no tempo de 1 décimo.*

*Aqui o professor mostra com as mãos a distância percorrida aos alunos do grupo (3) e reforça a eles o conceito de velocidade.*

*III.IV P: Ele percorre 14cm em 1 décimo, então sua velocidade nesse intervalo de tempo é de 14cm por décimos. Imaginem que fosse 14km e o tempo 1h, a velocidade seria de 14km por hora.*

*27) A: Você pega a distância que foi 14 e divide por dez? (confusão do número 10 com a unidade)*

*III.IV P: Não, você divide pelo tempo que nós chamamos décimos. Se fosse 2 décimos iria dar 14cm dividido por 2 décimos que daria 7cm por décimos. Dessa forma no primeiro intervalo a velocidade média foi de 14cm por décimo, no segundo de 17cm por décimo, no terceiro foi de...*

*28) A: 20cm por décimos e no quarto 23cm por décimos.*

*III.III P: você percebeu que a velocidade aumentou? Por que aumentou? Isso é, ele percorreu uma distância maior num mesmo intervalo de tempo. Você percebe isso aluno (C), que ele percorre distâncias maiores em intervalos de tempos iguais?*

*Aqui o professor tentou por o aluno (C) que estava calado dentro da discussão.*

*29) C: No intervalo de 1 décimo.*

*III.I P: No intervalo de 1 décimo que é na verdade o intervalo de 5 tiques (faz com as mãos papapapapa)*

*30) I: ele percorreu cada vez distâncias maiores.*

O início do trecho (4.5) mostra a explicação do professor de como se efetua cálculos de velocidade média (elemento: III.IV). Depois da referida explicação, o aluno (E) demonstrando ter compreendido como se calcula velocidades, apresentou os valores de seus cálculos. O aluno (A), no entanto, confundiu a unidade “décimos” com o número “dez”, mas, acertou no processo matemático para se efetuar o referido cálculo, ou seja, a divisão. O professor, contudo, explicou ao aluno (A) que a referida divisão deveria ser efetuada entre a distância percorrida e o tempo gasto, e enquanto dava exemplos de como se calcular velocidades, o aluno (A) demonstrando ter compreendido as explicações do professor, o interrompeu e completou seus cálculos.

Destacam-se também no trecho (4.5) as participações dos alunos (C) e (I). A participação do aluno (C) deu-se em decorrência de uma atitude questionadora do professor (elemento: III.III), que observando que o referido aluno encontrava-se muito calado, perguntou se ele havia percebido que o disco havia percorrido dentro do tubo distâncias maiores no mesmo intervalo de tempo, questão esta que recebeu uma resposta complementar do aluno (C), isto é, segundo ele, o referido intervalo de tempo corresponderia ao tempo de 1 décimo. Mediante a referida resposta apresentada pelo aluno (C) o professor por meio de uma ação colaborativa e organizacional (elemento: III.I), reforçou a relação entre a grandeza “décimos” e o intervalo de tempo de cinco tiques produzidos pelo vibrador. A participação do aluno (I) encerrou o trecho (4.5). Em tal participação, esse aluno descreveu o aumento da distância sem, contudo, relacionar tal aumento à intervalos de tempo ou à grandezas como velocidade ou aceleração.

#### **Trecho (4.6): Discussão entre o professor e alunos de vários grupos sobre os conceitos de velocidade e aceleração**

*III.III P: A variação da velocidade média é constante? Ou seja, o quanto ela aumentou é constante? Ela está aumentando sempre uniformemente? Verifiquem isso, de quanto em quanto ela está aumentando?*

*31) A: Teve uma variação, de 14cm para 17cm variou 3, de 17cm para 20 cm 3.*

*32) D: A nossa variou a primeira vez 2 e depois 3, mais ou menos.*

*33) F: Aqui deu 14cm por décimos, depois 16cm por décimos, e depois 20cm por décimos, a variação está dando 2cm, 4cm, mais ou menos.*

*III.I P: Para vocês vamos fazer uma média, 3,5 cm por décimo ok!*

*34) A: A nossa variou 3cm por décimos.*

*III.III P: O que está ocorrendo com a velocidade média?*

*35) F: Está aumentando.*

*III.III P: Por que a velocidade média aumenta?*

36) A: *Porque ele acelera, ele cai cada vez mais rápido.*

III.IV P: *Quem faz ele cair cada vez mais rápido é a gravidade, a aceleração da gravidade, a Terra atrai o objeto para baixo.*

37) B: *Quando ele sobe, ele faz o mesmo processo?*

38) A: *Ele sobe desacelerando, as velocidades na subida dariam cada vez menores.*

39) E: *Como podemos calcular a aceleração de queda do disco?*

III.IV P: *Devemos verificar quanto foi o aumento da velocidade média, e dividir esse aumento pelo intervalo de tempo que foi 1 décimo.*

40) A: *3cm por 1 décimo.*

III.IV P: *A cada décimo que passa, a velocidade aumenta 3cm por décimo. Notem que a aceleração foi aproximadamente constante.*

41) A: *É verdade! De 14cm para 17cm da 3, de 17 para 20 da 3 de 20 para 23 da 3*

III.IV P: *Respeitando as unidades, nós podemos dizer que esta é aproximadamente a aceleração da gravidade.*

42) B: *Quer dizer que a gravidade faz a velocidade de queda dos objetos aumentar*

III.IV P: *Todo objeto que cai em queda livre na superfície terrestre, cai com a velocidade aumentando uniformemente.*

A discussão central contida no trecho (4.6) estabelecida entre o professor e os alunos, enfocou o conceito de aceleração. O professor observando que algumas relações como: distância, tempo e velocidade, aumento de velocidade e tempo, haviam sido contextualizadas e trabalhadas no decorrer da atividade, perguntou aos alunos se a variação da velocidade do disco era constante (elemento: III.III). Por meio de tal questão o professor objetivava introduzir a discussão do conceito de aceleração, objetivo este que foi atingido.

A fim de responder a questão apresentada pelo professor, o aluno (A) descreveu seus dados. Observou ele, que as distâncias em sua fita de papel aumentavam sempre 3cm. Já as medidas dos alunos (D, e F) não variavam uniformemente, o que fez com que o professor, por meio de uma atitude colaborativa e organizacional, sugerisse um valor médio para as variações das marcas, ou seja, 3,5cm.

O termo “aceleração” surgiu pela primeira vez devido a uma seqüência de questões apresentadas pelo professor (elemento: III.III). Primeiro o professor perguntou o que estava ocorrendo com a velocidade, o que fez com que o aluno (F) respondesse que a mesma estava

aumentando. Em seguida, o professor perguntou o porque da velocidade estar aumentando, o que fez com que o aluno (A) respondesse que a causa do referido aumento de velocidade devia-se à aceleração adquirida pelo disco durante a queda.

Aproveitando-se da introdução por parte do aluno (A) do termo “aceleração”, o professor expôs suas explicações para a causa do aumento da velocidade do disco, atribuindo à aceleração da gravidade a responsabilidade pelo aumento da velocidade de um objeto cadente (elemento: III.IV). Depois da referida explicação do professor, o aluno (B) perguntou se durante a subida a velocidade também aumentaria, o que provocou a resposta do aluno (A) que afirmou que durante a subida a velocidade do disco diminuiria. A referida resposta do aluno (A) pode representar efeito de aprendizagem produzido pela atividade (3), visto que na referida atividade, os alunos tiveram oportunidade de observar e estudar o movimento ascendente do carrinho por meio do aumento dos intervalos de tempo entre dois sinais consecutivos da sirene.

Depois da explicação apresentada pelo aluno (A), o aluno (F) perguntou como calcular a aceleração de queda do disco, questão esta que deu condições ao professor para explicar como se efetuam cálculos de aceleração (elemento: III.IV). Depois de apresentar as referidas explicações, o professor chamou a atenção dos alunos para o fato de que as variações de velocidade estavam dando aproximadamente o mesmo valor, fato este que surpreendeu o aluno (A). Concluiu então o professor, que aquele valor poderia ser considerado o valor aproximado da aceleração da gravidade, se as unidades de medidas fossem levadas em conta.

O segundo momento da atividade (4) foi encerrado por ocasião de uma explicação do professor acerca da velocidade de queda de um objeto (elemento: III.IV), e de uma constatação do aluno (B) acerca do efeito produzido pela gravidade na velocidade de queda dos objetos. Tal constatação já havia sido observada na atividade (3), contudo, a declaração aqui obtida indica que a atividade (4) reforçou o que já se havia trabalhado na atividade anterior, o que colaborou para a aprendizagem do referido conceito por parte do aluno (B).

#### **5.4.3-TERCEIRA PARTE DA ATIVIDADE (4): MOMENTO DE GENERALIZAÇÕES CONCLUSÕES E AVALIAÇÃO**

Dando prosseguimento a atividade (4), o professor fez uma síntese dos conceitos de velocidade média e aceleração (elemento: III.IV) e tentou obter uma generalização desses conceitos e uma extrapolação dos mesmos à outras situações. Explicou que se os valores obtidos fossem expressos em unidades conhecidas como o metro e o segundo, a aceleração da gravidade terrestre daria  $9,8 \text{ m/s}^2$ . Durante essa explicação do professor, o aluno (A) fez uma observação significativa sobre diferenças de unidades, observação esta apresentada no trecho (4.7).

#### **Trecho (4.7): Observação do aluno A**

*43) A: No nosso caso as grandezas são outras. No nosso caso a velocidade aumenta 3cm por décimo a cada décimo.*

Observa-se que a referida declaração do aluno (A), além de abordar diferenças de unidades, apresenta uma relação bastante elaborada entre as grandezas velocidade (cm por décimos) e tempo (décimos) o que implica na conclusão de que este aluno demonstrou ter compreendido os conceitos de velocidade e aceleração.

Depois que o aluno (A) deu a declaração contida no trecho (4.7) o professor com a finalidade de obter generalizações e extrapolações dos conceitos trabalhados, propôs aos alunos o seguinte problema:

#### **Trecho (4.8): Problema sobre o cálculo de velocidade apresentado pelo professor**

*III.III P: Se o tempo não fosse de 1 décimo e sim 2 décimos, quanto daria a velocidade média de queda do disco no primeiro intervalo?*

O aluno (F) apresentou a seguinte solução para o problema colocado pelo professor.

#### **Trecho (4.9): Resposta do aluno (F) ao problema colocado pelo professor**

*44) F: Como a distância no primeiro intervalo foi de 14cm e o tempo é de 2 décimos, a velocidade daria 7 cm por décimo.*

Note-se que por meio da resposta apresentada no trecho (4.9), o aluno (F) demonstrou ter compreendido como se efetua o cálculo da velocidade média. Tal compreensão pode representar efeito de aprendizagem produzido pelo segundo momento da atividade (4), já que no referido momento, o professor abordou o procedimento para a realização do referido cálculo.

Para finalizar este momento, o professor ligou o toca CD na questão avaliação da atividade (4).

#### Questão avaliação da atividade (4)

*Responda: Como seriam as marcas deixadas por um vibrador em uma fita de papel presa a um objeto que se move com velocidade constante?*

O trecho (4.10) apresenta as respostas dos alunos para a questão avaliação considerada.

#### Trecho (4.10): Respostas dos alunos à questão avaliação

45) A: *Seriam iguais. No nosso caso a velocidade seria sempre, por exemplo: 14 cm por décimo.*

46) F: *Se a velocidade fosse constante, as marcas não estariam aumentando!*

47) I: *Isso porque não teria aceleração.*

48) A: *Se fosse uma desaceleração as marcas diminuiriam.*

III.III P: *Isso mesmo! Em cima disso podemos fazer uma outra pergunta: no caso de uma velocidade constante, quanto daria a aceleração?*

49) A: *Se as marcas fossem todas iguais, a aceleração daria 0.*

50) C: *Aceleração seria 0, 14 menos 14 da 0.*

51) D: *Não tem como a aceleração dar 0?*

III.IV P: *No caso da queda livre não, mas, se você pegar o exemplo de um carro que se move sempre com a mesma velocidade, sua aceleração é 0.*

52) A: *No caso da queda do objeto a aceleração não é 0, ela tem um valor constante.*

53) B: *No nosso caso deu 3 cm por décimo, por décimo.*

O trecho (4.10) apresenta as respostas dos alunos à questão avaliação da atividade (4). Este trecho contém inicialmente, as respostas dos alunos (A, F, e I). O aluno (A) afirmou que para o caso da velocidade ser constante, as marcas na fita de papel seriam iguais, e exemplificou tal fato dizendo que para as suas medições, a velocidade daria sempre 14cm por décimos. O aluno (F) declarou por sua vez, que se a velocidade fosse constante as marcas na fita de papel não estariam aumentando, e o aluno (I) complementou a declaração do aluno (F) afirmando que a causa da não variação das marcas de papel dever-se-ia ao fato de não haver aceleração. O aluno (A) complementou a declaração do aluno (I) afirmando que para o caso de uma desaceleração, as

marcas na fita de papel deveriam diminuir. Destaca-se em tais declarações, o formato elaborado que os alunos (A, F, e I) apresentaram para a relação entre variação de velocidade e distância percorrida. Este formato elaborado pode representar efeito de aprendizagem produzido pelo segundo momento da atividade aqui analisada. Destaca-se também o fato do aluno (I) ter apresentado uma declaração que relacionou a não variação da velocidade à não existência de aceleração. Tal relação é bastante significativa e não muito trivial. Cabe ressaltar que este aluno participou com poucas declarações ao longo da atividade (4), o que não significa que ele não acompanhava os raciocínios desenvolvidos.

Aproveitando-se das declarações dos alunos (A, F, e I), o professor apresentou uma nova questão (elemento: III.III), ou seja, qual seria a aceleração para o caso da velocidade ser constante? O aluno (A) afirmou que para esse caso a aceleração deveria ser zero, e o aluno (C), apresentando cálculos, chegou à mesma conclusão. Observa-se que o aluno (C) assim como o aluno (I) não apresentou no decorrer da atividade um grande número de declarações, entretanto, sua declaração acerca da aceleração, mostrou ser bastante elaborada e pode ser considerada efeito de aprendizagem produzido pelo segundo momento dessa atividade.

Ao final da atividade, o aluno (D) perguntou se haveria alguma possibilidade da aceleração dar zero, o que fez com que o professor apresentasse uma diferenciação entre o movimento de queda livre, onde a aceleração é diferente de zero, e o movimento de um carro que se move com velocidade constante, onde a aceleração é zero (elemento: III.IV). Depois da referida explicação do professor, o aluno (A) afirmou que para o caso da queda livre a aceleração teria um valor constante, e o aluno (B) descreveu o valor de aceleração obtido por seu grupo, de uma maneira bastante elaborada, ou seja, expressando a unidade de aceleração no formato cm por décimos, por décimos. Tanto a relação entre aceleração constante e movimento de queda de um objeto, quanto a forma de expressar uma unidade de aceleração apresentadas respectivamente pelos alunos (A, e B) podem representar efeito de aprendizagem produzido pela atividade (4).

#### **5.4.4-A ATIVIDADE (4) ENQUANTO AMBIENTE DE APRENDIZAGEM**

Os dez trechos apresentados descreveram momentos de: (a) Observação da queda de um disco, (b) Análise da fita de papel, e (c) Discussão de problemas. Os trechos (4.2) a (4.10) foram representados por cinquenta e três declarações dos alunos, nas quais, descrições da fita de papel, propriedades Físicas, e hipóteses para explicar determinado problema, foram identificadas. As relações entre distância, tempo, velocidade e aceleração, bem como, o fenômeno gravitacional, foram os temas principais discutidos entre os discentes e o docente. Um “conjunto conceitual” identificado nas relações entre causa e efeito e nas definições de grandezas Físicas estabelecidas pelos alunos em suas declarações, é explicitado aqui de forma sintética por duas hipóteses e por duas propriedades Físicas (ver capítulo IV). Observa-se que, vinte e sete declarações de um total



de cinquenta e três, não foram relacionadas a hipóteses ou a propriedades Físicas por não apresentarem definições de grandezas Físicas ou relações entre causa e efeito. Tais declarações foram relacionadas a elementos de observação, ou a questões apresentadas pelos alunos durante o transcorrer da atividade.

O quadro (4.3), apresenta a relação entre cada proposição conceitual e a numeração das declarações que contém a utilização de tal proposição para a atividade (4).

Quadro (4.3): Relaciona para a atividade (4) cada proposição conceitual ao número correspondente de declarações

<b>Proposições conceituais: hipóteses ou propriedades Físicas</b>	<b>Número das declarações que justificam tal proposição</b>
1) Propriedade Física: velocidade média: Relação entre distância percorrida e o tempo gasto para percorrer tal distância	20 (A), 21 (F), 22 (D), 24 (B), 25 (A), 26 (E), 28 (A), 44 (F)
2) Propriedade Física: aceleração: Relação entre variação de velocidade e o intervalo de tempo que ocorreu tal variação	31 (A), 32 (D), 33 (F), 34 (A), 40 (A), 41 (A), 43 (A)
3) Hipótese-1: A aceleração provoca variações na velocidade	36 (A), 38 (A), 42 (B), 48 (A), 52 (A), 53 (B)
4) Hipótese-2: Se um objeto não estiver acelerando, sua velocidade permanece constante	45 (A), 46 (F), 47 (I), 49 (A), 50 (C)

Obs.) O quadro conceitual (4.3), diferentemente dos quadros conceituais das atividades (1, 2, 3, e 5), que apresentam apenas hipóteses, contém, além de hipóteses, propriedades Físicas que representam declarações dos alunos que expressam definições de grandezas Físicas. É o caso da propriedade Física: velocidade média, que procura sintetizar declarações dos alunos que expressam relações entre distância e tempo, e da propriedade Física: aceleração, que procura sintetizar declarações que expressam relações entre variação de velocidade e tempo. Já as hipóteses (1) e (2) representam declarações dos alunos que expressam relações de causa e efeito, ou seja, para os casos aqui apresentados, a velocidade varia devido à aceleração (hipótese-1), ou a velocidade não varia por que a aceleração é zero (hipótese-2).

De acordo com o quadro (4.3), a propriedade Física: velocidade média, é representada por oito declarações, sendo três do aluno (A), duas do aluno (F), uma do aluno (B), uma do aluno (D) e outra do aluno (E). A propriedade Física: aceleração, é representada por sete declarações, das quais, cinco foram emitidas pelo aluno (A), uma pelo aluno (D) e outra pelo aluno (F). A hipótese (1) é representada por seis declarações dos alunos. Dessas seis declarações, o aluno (A) emitiu quatro, e o aluno (B) emitiu duas. A hipótese (2) por sua vez, é representada por cinco

declarações, sendo que duas foram emitidas pelo aluno (A), uma pelo aluno (C), uma pelo aluno (F) e uma outra pelo aluno (I).

Analisando as proposições conceituais à luz da categoria (2), pode-se explicitar as características das atitudes de compreensão utilizadas pelos alunos durante a atividade (4). O quadro (4.4) apresenta uma relação entre os alunos e os elementos de compreensão definidos anteriormente.

Quadro (4.4): Relação para a atividade (4) entre as proposições conceituais e as atitudes definidas na categoria compreensão.

<b>Alunos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>I</b>
<b>Propriedade Física: velocidade média</b>	Compartilhou	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Compartilhou	Compartilhou	Não demonstrou atitudes
<b>Propriedade Física: aceleração</b>	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Não demonstrou atitudes
<b>Hipótese (1)</b>	Compartilhou	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes
<b>Hipótese (2)</b>	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Compartilhou

Como mostra o quadro (4.4) Não ocorreram durante a atividade (4) questionamentos, defesas ou reformulações de hipóteses ou de propriedades Físicas. O que caracteriza a atividade aqui analisada é a elaboração e o compartilhamento por parte dos alunos de proposições conceituais (elemento: II.I).

De acordo com o que foi apresentado, a atividade e o artefato (4.1), produziram momentos de discussões entre os alunos e o professor sobre o movimento de queda do disco dentro do tubo. Os alunos durante os referidos momentos, trabalharam com os conceitos distância e tempo, fizeram cálculos de velocidade e aceleração, discutiram questões relacionadas a unidades de medida, e propuseram problemas diferentes do que estava sendo discutido, como por exemplo o do movimento vertical ascendente. Buscando uma síntese, por meio da atividade e dos materiais aqui apresentados, trabalhou-se junto aos alunos deficientes visuais, os seguintes conceitos e relações.

Propriedade Física: velocidade média: Por meio das marcas na fita de papel, a relação entre as grandezas distância e tempo, puderam ser trabalhadas e generalizadas em termos da

propriedade Física, velocidade média, como sendo a razão entre a distância percorrida por um objeto e o tempo gasto por este objeto para percorrer tal distância. Compartilharam desta propriedade Física os alunos (A, B, D, E, e F) (elemento: II.I).

Propriedade Física: aceleração: Por meio do aumento da velocidade de queda do disco verificada na fita de papel, a propriedade Física, aceleração, foi trabalhada e definida como sendo a variação da velocidade em um dado intervalo de tempo. Compartilharam desta propriedade Física os alunos (A, D, e F) (elemento: II.I).

Relação entre aceleração e variação de velocidade (hipótese-1): Definida a propriedade Física, aceleração, Trabalhou-se as relações entre aceleração e variação de velocidade, e enquadrou-se a gravidade dentro desse conceito, discutindo que a mesma explica as variações obtidas para as velocidades de queda do disco. Compartilharam desta hipótese os alunos (A, e B) (elemento: II.I).

Relação entre velocidade constante e aceleração nula (hipótese-2): Por meio da questão avaliativa proposta aos alunos ao fim da atividade, verificou-se que os alunos (A, C, F, e I), conseguiram relacionar um movimento de velocidade constante a um movimento de aceleração nula. Para tal, propôs-se uma análise hipotética de marcas constantes em uma fita de papel, marcas estas que indicariam a não variação da velocidade de um objeto. Como eles haviam obtido valores para a aceleração por meio do cálculo da variação das velocidades indicadas pela variação entre as marcas na fita, concluíram que em uma situação onde o movimento de um objeto deixasse marcas iguais ao longo do papel, a aceleração deveria ser nula, pelo fato da variação da velocidade ser nula.

Destacam-se as condições proporcionadas pelo artefato (4.1) para a observação não visual do fenômeno da queda de um objeto, condições estas que foram fundamentais à elaboração e compartilhamento por parte dos alunos das proposições conceituais apresentadas no quadro (4.3). Sobre este tema, cabe a seguinte análise:

É evidente que a audição e o tato nunca farão um indivíduo cego enxergar (Vigotski, 1997). A percepção do fenômeno da queda de um objeto feita por uma pessoa que não apresenta deficiências sensoriais, será sempre mais completa do que a percepção do mesmo fenômeno feita por uma pessoa com deficiência visual. No caso dessa última ser cega, sua observação do referido fenômeno, ficará limitada à percepção do som proveniente do impacto do objeto descendente com o anteparo. O que ocorre do início do movimento de queda até instantes precedentes ao referido impacto, não é notado por ela (ver Camargo et. al. 2000 e 2001).

Dessa forma, sobre o referencial observacional, o artefato (interface sonora) se mostrou indispensável e muito eficaz para a observação da queda de um objeto por parte de alunos com deficiência visual, já que os colocava em contato com o referido fenômeno. Eles podiam perceber auditivamente que o objeto caía, e que caía cada vez mais rápido. Essa percepção tornou-se possível devido à diminuição do intervalo de tempo entre dois sinais emitidos pelos alarmes durante a queda do disco dentro do tubo. Portanto, um fenômeno que normalmente é apenas

observado visualmente, o que é impossível a uma pessoa cega ou com baixa visão, por meio do equipamento desenvolvido tornou-se observável auditivamente. Esta mudança de referencial observacional carrega um grande fator motivacional, e gera as condições para o ensino do fenômeno da queda de um objeto a alunos com deficiência visual dentro de um ambiente educativo de Física, já que, coloca o referido aluno com possibilidades concretas de observar o que está sendo estudado, fato que normalmente não ocorre.

Para finalizar, destacam-se as participações do professor e do ajudante vidente na atividade (4).

(1) Participação do professor: O papel mediador do professor foi imprescindível à prática de ensino de Física aqui apresentada. No início da atividade, o trabalho do professor de explicar o funcionamento dos equipamentos pacientemente, repetindo quantas vezes fossem necessárias, se mostrou fundamental. Durante o trabalho em grupo, o professor circulava pelos grupos, atendendo aos alunos que necessitavam de sua ajuda. Durante as discussões, ele coordenou o andamento da mesma, intervindo e auxiliando sempre que necessário.

(2) Participação do ajudante vidente na atividade (4): Como analisado anteriormente, o primeiro momento da atividade foi fundamental para a coleta dos dados que seriam analisados no momento seguinte. De acordo com o que já foi discutido, uma fita de papel solta de seu rolo, de aproximadamente 2 m de comprimento, marcada em alto relevo em sua parte superior por marcas (pequenos furos) espaçadas de 1cm, foi presa ao disco e colocada entre a agulha do vibrador e a chapa dobrada.

Devido ao fato do professor ter deficiência visual, um colaborador vidente se mostrou muito útil naquele momento, já que, o mesmo, prendeu a fita de papel ao disco, e reforçou com uma agulha, determinadas marcas pré-estabelecidas na fita, ações que o professor devido à deficiência visual não era capaz de fazer. Estes aspectos implicam uma dupla análise relacionada à presença de pessoas com deficiência visual em ambientes de ensino.

Em primeiro lugar destaca-se a importância de um colaborador do professor com deficiência visual que poderia ser caracterizado como colaborador docente, cuja função estaria relacionada a atividades não pedagógicas dentro de uma sala de aula como atividades burocráticas (preenchimento de cadernetas, chamadas, etc), ou preparação de materiais como a preparação dos materiais descrita. Como aponta Mantoan (1998) na perspectiva de uma prática educativa inclusiva, a constituição do sistema educacional deve considerar as necessidades de todos os participantes de tal prática como os alunos e os professores, e tal sistema deve ser estruturado em função dessas necessidades. Desse modo, os custos relacionados a estas necessidades, como por exemplo, a contratação de um colaborador docente, deve estar embutido nos custos próprios de determinada instituição, como mais um instrumento, ou um equipamento necessário a esta estrutura.

Em segundo lugar, enfoca-se o contexto colaborativo que ambientes de ensino deveriam possuir. Em outras palavras, considerando-se uma sala de aula regular que esteja preenchida por

alunos videntes e deficientes visuais, seria perfeitamente viável tanto do ponto de vista pedagógico, quanto colaborativo, o estabelecimento de relações de ajuda entre esses indivíduos. Nesta perspectiva, o aluno com deficiência visual e o aluno vidente poderiam ajudar-se mutuamente, tendo em vista o aproveitamento de suas potencialidades. Assim, no caso aqui exposto da fita de papel, o aluno vidente poderia ajudar um colega com deficiência visual a prender o papel ao disco e a furar a fita nas marcas determinadas pelo professor, e o aluno deficiente visual, poderia chamar a atenção de seu colega vidente para as observações auditivas da queda do objeto. Estas ações poderiam trazer ricas discussões acerca do fenômeno estudado, discussões estas que estariam fundamentadas em observações de vários referenciais sensoriais, e por princípios colaborativos em substituição aos de competitividade.

Portanto, a partir das análises efetuadas, conclui-se que a atividade (4), foi capaz de motivar os alunos e proporcionar aos mesmos, condições para que eles: (1) Realizassem experimentos sobre a aceleração da gravidade; (2) Observassem por meio do referencial auditivo o movimento de queda de um disco; (3) Coletassem e analisassem dados relacionados à variação de velocidade; (4) Apresentassem problemas não planejados para discussão; e (5) Expusessem e compartilhassem hipóteses e propriedades Físicas durante as discussões estabelecidas.

## **5.5-ANÁLISE DA ATIVIDADE (5)**

### **PROBLEMAS ABERTOS: POSIÇÃO DE ENCONTRO**

A atividade (5) cujo tempo de duração foi de 40 min, contou com a participação de cinco alunos. Sua estrutura se fundamentou na busca de soluções a um problema aberto apresentado aos alunos, e seu desenvolvimento prático se constituiu em dois momentos: (a) Momento de audição da situação problema, e (b) Momento de busca de soluções ao problema aberto. No primeiro momento dessa atividade, os alunos por meio de um toca CD, ouviram a gravação de uma situação problemática que abordava o movimento de um carro e de um trem. No segundo momento, por meio de um debate, os alunos descreveram observações, apresentaram suas diferentes interpretações para a situação problema, e propuseram soluções para a questão contida na referida situação.

Levando-se em conta as três categorias de análise definidas no capítulo (IV), analisar-se-á na seqüência, os dois momentos da atividade (5) obedecendo a seguinte estrutura organizacional: Inicialmente, será analisado em conjunto, o momento de audição da situação problema, e as declarações relacionadas à descrição de observações contidas no momento de busca de soluções ao problema aberto (primeira parte da análise). Em seguida, analisar-se-á as declarações relacionadas à atitudes de compreensão adotadas pelos alunos, contidas no segundo momento dessa atividade (Segunda parte da análise, e análise da atividade (5) enquanto ambiente de ensino-aprendizagem).

#### **5.5.1-PRIMEIRA PARTE DA ATIVIDADE (5): ANÁLISE DO MOMENTO DE AUDIÇÃO DA SITUAÇÃO PROBLEMA E DOS ELEMENTOS DE OBSERVAÇÃO CONTIDOS NO MOMENTO DE BUSCA DE SOLUÇÕES AO PROBLEMA ABERTO**

Objetivando trabalhar junto a alunos com deficiência visual as principais variáveis que definem a posição de encontro de dois objetos móveis, apresentou-se aos referidos discentes, um problema aberto, de referencial observacional auditivo, que abordava uma possível colisão entre um carro e um trem. Para tanto, elaborou-se a gravação da seguinte situação problema:

*Um carro se aproxima de uma ferrovia. O motorista nota por meio do som do apito e das rodas do trem, o movimento do mesmo. Conseguirá o motorista do carro frear o veículo para que não haja colisão?*

A gravação da referida situação problema obedeceu a seguinte estrutura: Em primeiro lugar, gravou-se o som do carro se movendo, em seguida, o som do trem apitando e se movendo, em seguida, novamente o som do carro, depois, outra vez o som do trem apitando e se movendo, e por fim, o som do carro e do trem simultaneamente. A fim de complementar o problema aberto, ao final do referido evento, colocou-se a gravação da questão: Conseguirá o motorista do carro frear o veículo para que não haja colisão?

Devido ao número de alunos participantes dessa atividade (cinco) e a disponibilidade de apenas um toca CD, não houve a necessidade da formação de grupos de alunos. Os alunos que participaram dessa atividade foram os seguintes: (A), (B), (D) (G) e (I).

O aluno (C) não participou da atividade (5) devido a um compromisso com aulas de violão, o aluno (E) não participou devido a um compromisso com a prática de natação, e os alunos (F) e (H) não participaram da referida atividade já que tinham que terminar um serviço relacionado ao concerto de cadeiras.

No início da atividade, o professor ligou o toca CD na situação problema, e a mesma, sem a questão final foi apresentada aos alunos (elemento: III.I). Houve a necessidade de se colocar duas vezes a gravação para que os alunos ouvissem com detalhes o evento da possível colisão entre o carro e o trem. Após a segunda exibição da situação problema, o professor deixou o toca CD falar a questão que havia sido gravada ao final do evento do carro e do trem, e fez aos alunos a seguinte solicitação:

### **Trecho (5.1): Solicitação-1 do professor aos alunos**

*III.II P: Eu gostaria que vocês descrevessem o que vocês entenderam do que ouviram.*

Após tal solicitação, iniciou-se um debate constituído por quarenta e oito declarações dos alunos, debate este que abordou três aspectos principais: (1) Descrições de observações do evento sonoro, (2) Elaboraões de hipóteses para as condições que definem uma possível colisão entre o trem e o carro, e (3) Apresentação de alguns eventos cotidianos relacionados à experiências com carros e trens vividas pelos alunos. Das quarenta e oito declarações que constituem o debate, quinze foram relacionadas à descrição da observação do evento sonoro contido na gravação.

O quadro (5.1) apresenta uma relação entre os elementos de observação e os alunos participantes da atividade (5).

Quadro (5.1) Relação para a atividade (5) entre os alunos e os elementos de observação.

Alunos	Descreveu a observação de eventos	Descreveu a observação de materiais	Descreveu a observação de qualidades	Propôs experimentos
A	Seis vezes			
B	Duas vezes			
D	Duas vezes			
G	Três vezes			
I	Duas vezes			

Das quarenta e oito declarações que constituíram o debate acerca da situação problema, o quadro (5.1) mostra que os alunos apresentaram quinze afirmações relacionadas à observação do evento: “carro e trem se movendo” (elemento: I.I). O aluno (A) apresentou seis declarações, o aluno (G) apresentou três declarações, e os alunos (B, D, e I) apresentaram duas declarações cada um. Não observaram-se declarações dos alunos relacionadas à descrição de materiais (elemento: I.II), à descrição de qualidades (elemento: I.III) e à propostas de experimentos (elemento: I.IV).

Portanto, descrições dos alunos como: “o carro estava saindo, entrando em movimento”, “o carro e o trem já estavam em movimento”, “pelo ruído eu acho que não haverá colisão”, “a velocidade do trem está muito devagar” indicam que os alunos a ouvirem a gravação da situação problema, começavam a imaginar eventos que relacionavam o movimento do carro e do trem. Esse processo de imaginar possíveis eventos nos quais o carro e o trem poderiam colidir ou não, foi fundamental para a discussão das variáveis Físicas que definem a posição de encontro de dois móveis. A análise de tal discussão é apresentada na seqüência.

### **5.5.2-SEGUNDA PARTE DA ATIVIDADE (5): MOMENTO DE BUSCA DE SOLUÇÕES AO PROBLEMA ABERTO**

Como no momento de busca de soluções ao problema aberto, os alunos descreveram observações, apresentaram suas diferentes interpretações para a situação problema, e propuseram soluções para a questão contida na referida situação, as quinze declarações relacionadas aos elementos de observação, juntamente com as outras trinta e três que não foram relacionadas a tais elementos, constituíram um debate no qual descrições de observações do evento sonoro e hipóteses para explicar a ocorrência ou não de colisão entre o carro e o trem, eram apresentadas pelos alunos. Dessa forma, assim como nas atividades (2), e (3) por apresentarem relações de causa e efeito, algumas das quinze declarações enquadradas na categoria observação, também puderam ser analisadas levando-se em conta a categoria compreensão.



Para realizar a análise, fragmentou-se o debate em sete trechos que representam a discussão contínua da situação problema, cujo início deu-se após o momento de audição. Esses trechos são os seguintes: Trecho (5.2): é constituído por dez declarações dos alunos e aborda as primeiras interpretações do evento sonoro; Trecho (5.3): é constituído por dezoito declarações dos alunos e aborda a retomada da discussão da situação problema onde o trem e o carro movem-se em direções perpendiculares; Trecho (5.4): é constituído por quatro declarações dos alunos e apresenta a introdução da variável “chuva” no contexto da discussão; Trecho (5.5): é constituído por duas declarações dos alunos e discute a influência do modelo tradicional de ensino nas concepções de problema de Física do aluno (G); Trecho (5.6): é constituído por duas declarações dos alunos e apresenta a perda da oportunidade por parte do professor de introduzir valores numéricos no problema; Trecho (5.7): é constituído por sete declarações dos alunos e apresenta a introdução da variável “tamanho dos objetos móveis” no contexto do debate; Trecho (5.8): é constituído por cinco declarações dos alunos e apresenta a discussão da variável “tempo” no contexto do debate.

Na seqüência, apresenta-se a análise dos sete trechos considerados.

### **Trecho (5.2): Primeiras interpretações do evento sonoro**

*1) I.I B: No início o carro estava saindo, entrando em movimento. Depois o carro e o trem já estavam em movimento.*

*O professor decide repetir o fim da atividade e liga novamente o toca CD (elemento: III.I).*

*III.III P: O que vocês acham?*

*2) I.I A: Pelo ruído eu acho que não haverá colisão, parece que quando ele chega próximo do trem ele continua com uma aceleração bastante forte.*

*3) B: Não está dando para perceber a distância do carro ao trem, depende da distância que eles estiverem. Se estiverem longe ele consegue parar, se estiverem perto não.*

*4) I.I A: O que vai pesar também é a aceleração, o giro do motor do carro está muito forte.*

*5) I.I G: A velocidade do trem está muito devagar, agora será que a direção que o carro estava indo vai cruzar com a direção do trem?*

*III.III P: O que você acha?*

*6) G: Se ele for cruzar, com a aceleração que ele estava eu acredito que o carro conseguiria. Iria depender também da distância dele ao trem, se a distância entre eles fosse de uns 20 m eu acho que ele passa.*

*III.II P: Explique a situação que está na sua cabeça.*

7) G: *O trem está indo em linha reta, e o carro vai cruzar a frente do trem (mostra a cena com as mãos). Se o carro estiver a uma distância de uns 20m do trem com a aceleração que o carro está ele passa na frente do trem.*

8) A: *O aluno (G) acha que o carro está numa posição perpendicular ao trem!*

9) A: *Eu estava conversando com o aluno (B) aqui, e é o que eu digo, a primeira percepção é uma e depois a gente vai criando nossas hipóteses. Uma outra situação possível é eles estarem andando paralelos, aí não tem choque nenhum. No início eu pensei em uma situação como a sua aluno (G), ou seja, perpendicular, mas agora eu vejo que pode ter essa outra.*

10) I.I A: *Ele estava andando muito tempo ao lado do trem, não é aluno (G)? (chama a atenção do aluno (G), se eles estivessem perpendicularmente na velocidade que o carro estava eles batiam).*

*III.I P: Uma primeira conclusão que podemos chegar é a seguinte: Para que haja colisão eles devem estar andando em direções oblíquas. Se a direção entre eles for paralela, não haverá colisão.*

O início do trecho (5.2) apresenta as descrições que os alunos (A, B, e G) procuravam fazer do evento sonoro. Naquele momento da atividade, o professor por duas vezes questionou os alunos sobre a possibilidade ou não de haver colisão (elemento: III.III), e ligou novamente o toca CD na situação problema (elemento: III.I), para que os alunos por meio da audição da referida situação, fossem imaginando um evento entre o carro e o trem, e elaborando soluções para a questão colocada.

No contexto descrito, surgiram as discussões sobre as primeiras variáveis que podem definir uma possível colisão entre o carro e o trem. A primeira variável que foi abordada pelos alunos estava relacionada às trajetórias de movimento dos móveis. Para os alunos (A, e B) o carro e o trem estavam se deslocando em direções perpendiculares, enquanto que para o aluno (G) existia a possibilidade de acordo com suas observações, do carro e o trem estarem se movendo em trajetórias paralelas.

Dessa forma, em se considerando uma situação na qual os veículos estivessem se movendo de acordo com trajetórias perpendiculares, foram apresentadas pelos alunos as seguintes variáveis para que não houvesse colisão. A distância entre os veículos (variável colocada pelos alunos (B, e G)), a intensidade da aceleração do carro (variável colocada pelos alunos (A, e G)), e a intensidade da velocidade do trem (variável colocada pelo aluno (G)). Acerca da distância entre o carro e o trem, observa-se que o aluno (B) supôs que a não ocorrência de colisão se daria devido à frenagem do carro, o que exigiria uma certa distância entre eles,

enquanto que o aluno (G) relacionando velocidade do trem, aceleração do carro, e a distância entre eles, supôs que a não ocorrência de colisão se daria no caso do carro passar pelo ponto de colisão antes do trem. Este aluno inclusive propôs um valor numérico para a distância entre os veículos, valor este de 20m. Essa participação do aluno (G) mostrou-se bastante interessante, na medida em que ele relacionou as grandezas “distância”, “velocidade” e “aceleração”, e sugeriu um valor numérico para a distância do carro ao trem. Esse aluno também reproduziu com as mãos a situação prática que estava em sua cabeça, situação esta que foi elaborada a partir do evento sonoro posto pelo professor para ser ouvido.

Após a abordagem por parte dos alunos (A, B, e G) das primeiras variáveis que podem influenciar a não ocorrência de colisão em uma situação na qual os veículos estivessem se movendo em direções perpendiculares, o aluno (A) retomou a discussão da situação na qual os veículos se moveriam em direções paralelas, situação esta enfocada inicialmente pelo aluno (G). Concluiu o aluno (A) que para o caso do carro e do trem se moverem em direções paralelas, não existe a possibilidade de haver colisão. Destaca-se nas declarações do aluno (A), além da conclusão sobre as direções de movimento, a utilização de propriedades trabalhadas nas atividades (1) e (2), ou seja, as propriedades de perpendicular e paralelo. A referida utilização das propriedades consideradas, pode representar efeito de aprendizagem produzido pelas atividades (1) e (2) acerca dos conceitos de perpendicular e paralelo.

Em síntese, o trecho (5.2) apresentou a discussão dos alunos (A, B, e G) de duas possibilidades para a não ocorrência de colisão entre o carro e o trem, ou seja, uma na qual os veículos se moveriam em direções perpendiculares, e outra na qual os veículos se moveriam paralelamente. No caso da situação perpendicular, foram consideradas duas outras possibilidades: Uma que para não haver colisão o carro deveria parar antes dos trilhos do trem (aluno (B)) e outra que considerou a hipótese do carro passar pelo ponto de colisão antes do trem (aluno (G)). O professor por sua vez, fez uma síntese das variáveis discutidas, e explicou tocando nas mãos dos alunos, a diferença entre as situações nas quais os veículos se moveriam perpendicularmente ou paralelamente.

### **Trecho (5.3): Trem e carro movendo-se em direções perpendiculares, uma nova discussão**

*III.III P: Vamos considerar que esses veículos estejam se movendo em direções perpendiculares, e o motorista do carro observa que o trem está passando, o que influencia ele conseguir ou não frear o carro?*

*11) A: A velocidade do carro é importante, a velocidade e a distância que o carro se encontra do trem.*

*12) B: Se o carro estiver em alta velocidade ele não vai conseguir parar!*

*13) A: Mas se ele estiver a uma grande distância ele consegue.*

*14) I: Mas se a distância for mínima vai bater.*

15) A: *Vai ter que fazer uma relação entre distância e velocidade, se você estiver em uma pequena distância você vai ter que estar em uma baixa velocidade, os dois fatores influenciam.*

III.II P: *Explique melhor.*

16) A: *Se você estiver em uma pequena distância e baixa velocidade você consegue parar, se a distância for pequena e a velocidade grande você não para, não vai dar tempo para frear, a desaceleração requer um espaço mínimo.*

III.III P: *O que você acha aluno (G)?*

17) G: *Tem que analisar a velocidade do trem, tem que analisar a velocidade do carro, a distância que o carro está da linha de cruzar (ponto de encontro) se ele for cruzar, tem que analisar a velocidade do trem e a distância que ele está da linha de cruzada (ponto de encontro). Essas coisas são necessárias para a gente ter uma idéia se vai ou não haver colisão.*

18) A: *Numa perícia técnica num acidente, eles medem a distância das marcas do pneu no asfalto, pois quando um motorista vê algo a sua frente ele vai frear, e se ele está em alta velocidade o carro vai arrastar por vários metros, e quando acontece algum acidente principalmente atropelamento, eles medem a faixa que ficou no asfalto e por ai eles conseguem avaliar se o carro estava em alta ou baixa velocidade.*

19) I.I B: *Mas pelo que eu ouvi, o carro e o trem estavam andando paralelos!*

20) A: *Mais o professor criou uma situação onde eles estão na perpendicular!*

21) I.I D: *Naquela velocidade do carro vai bater.*

22) I.I A: *Surge aquela hipótese do carro porque os sons ficam muito tempo juntos, a gente consegue ouvir os dois juntos por muito tempo, num cruzamento acho que não daria um tempo tão longo.*

III.III P: *Se vocês estivessem nesse local, onde vocês estariam posicionados, fora do trem, dentro do trem, ou dentro ou fora do carro?*

23) I.I A: *Se eles estivessem paralelos até daria para estar dentro do carro ou dentro do trem, como o carro é barulhento seria mais fácil estar dentro do trem paralelo com o carro, ele é um carro com escapamento esportivo com um ruído alto, da para notar bem o trem, acho que se você estivesse dentro do carro com aquele motor, acho que não ouviria o trem com tanta nitidez.*

24) I.I I: *Se você estivesse fora você não acompanharia os sons, porque ali o volume não abaixa, praticamente não tem o som dos dois mantidos, você percebe que eles percorrem uma distância lado a lado, essa é a impressão que da.*

III.III P: *E você aluno (D), se você estivesse ouvindo aquilo na realidade, onde você estaria?*

25) I.I D: *Acho que o carro não pode estar muito devagar, o trem é rápido e se o carro estiver muito devagar o trem pega ele.*

26) I.I G: *Mas pelo som do carro ele estava bem mais acelerado do que o trem, e a velocidade do trem estava diminuindo.*

27) I.I A: *Para mim estava estável, ele deu a saída e manteve a velocidade, para mim não passa a impressão de frenagem do trem.*

28) I.I I: *Eu acho que a velocidade do trem é a mesma desde a primeira vez que ele passou sozinho.*

*O aluno (I) se refere ao momento da gravação que o trem aparece só.*

O trecho (5.3) inicia-se apresentando a tentativa do professor de limitar um pouco as interpretações da situação problema. Como uma solução para a não colisão entre o trem e o carro já havia sido apresentada pelos alunos (o carro e o trem movendo-se em direções paralelas), o professor limitando as variáveis do problema, propôs para ser discutido Entre os alunos uma situação na qual o carro e o trem encontravam-se movendo perpendicularmente. Além disso, impôs o professor a condição de que para não haver colisão o carro deveria parar, e não passar primeiro do que o trem pela posição de encontro. Por meio de uma atitude questionadora (elemento: III.III) perguntou o professor aos alunos, de acordo com as condições colocadas, quais seriam os principais fatores que influenciariam a frenagem do carro para não haver colisão.

Como solução a tal problema, o aluno (A) destacou a importância da intensidade da velocidade do carro e da distância que este deveria se encontrar do trem, enquanto que o aluno (B), destacou apenas a importância da velocidade do carro. Afirmou o aluno (B), que dependendo da intensidade da velocidade do carro, esse não conseguiria parar, o que fez com que o aluno (A) reforçasse a importância de se considerar não apenas a velocidade do carro, como também, a distância entre este e o trem. O aluno (I) dando continuidade à explicação do aluno (A) destacou que se a distância entre o carro e o trem fosse muito pequena, a colisão ocorreria com certeza. O aluno (A) então, apresentou uma solução para o problema discutido, solução esta que envolvia uma relação entre distância e velocidade. Segundo este aluno, no caso do carro estar a uma pequena distância do trem, ele só conseguiria frear se sua velocidade fosse baixa, e se estivesse a uma grande distância do trem, ele poderia frear mesmo estando a uma grande velocidade. Atendendo a uma solicitação do professor (elemento: III.II), esse aluno inclusive enfocou o conceito de aceleração relacionando a desaceleração do carro à variação da velocidade e ao tempo para se realizar tal variação. Tal relação apresentada pelo aluno (A) pode representar efeito de aprendizagem produzido pela atividade (4) já que na referida atividade, a relação considerada foi trabalhada.

O professor notando que o aluno (G) estava calado questionou-o sobre o que ele achava acerca da solução do problema que estava sendo discutido (elemento: III.III). Esse aluno então, apresentou uma solução melhor elaborada em relação às apresentadas até aquele momento. Destacou ele a importância de se considerar as velocidades de ambos os veículos, e as distâncias que os mesmos se encontrariam da posição de cruzamento das trajetórias, para se determinar se haveria ou não colisão. Depois da explicação apresentada pelo aluno (G) o aluno (A) destacou o trabalho de peritos, que conhecendo a distância deixada pelas marcas de pneus no asfalto durante uma frenagem, conseguem determinar valores de velocidades.

Naquele momento da atividade, o aluno (B), descrevendo uma observação auditiva, retomou a discussão do problema no qual o carro e o trem moviam-se paralelamente, entretanto, o aluno (A) argumentando com o aluno (B) explicou-lhe que o professor havia proposto uma análise do problema no qual os veículos moviam-se perpendicularmente. Em seguida, os alunos (A, e D) comentaram suas observações acerca do evento sonoro. Destacou o aluno (D) que devido à intensidade da velocidade do carro observada, o mesmo iria colidir com o trem. O aluno (A) por sua vez, ao comentar a situação do carro e do trem moverem-se paralelamente, afirmou que a referida situação seria a que melhor descreveria suas observações, ou seja, a permanência por muito tempo dos sons desses veículos juntos.

Aproveitando-se dos referidos comentários, e objetivando “colocar os alunos no contexto do evento sonoro”, o professor por meio de uma atitude questionadora (elemento: III.III) perguntou aos alunos onde eles estariam posicionados se os mesmos estivessem no local onde estaria se passando a situação problema. O professor apresentou tal questão, pois julgou naquele momento, que a mesma poderia fazer com que os alunos imaginassem novas possibilidades de situações. O aluno (A) afirmou que de acordo com suas observações ele deveria estar dentro do carro ou dentro do trem, e o aluno (I) concordando com o aluno (A) afirmou que se uma pessoa se encontrasse fora de alguns dos veículos, a mesma não teria a percepção dos sons da maneira apresentada pela gravação.

O professor tentando colocar o aluno (D) na discussão, já que o mesmo comunicava-se pouco, questionou-o sobre onde ele estaria posicionado no caso de participar do evento sonoro (elemento: III.III). Sem responder especificamente a referida questão do professor, o aluno (D) descreveu suas observações de acordo com o referencial de quem está fora do evento. Retomando a situação já discutida na qual a não ocorrência de colisão se daria no caso do carro passar primeiro do que o trem pela posição de colisão, o referido aluno enfatizou a necessidade do carro não poder estar muito devagar para não ser atingido pelo trem. Em tal declaração, o aluno (D) destacou duas variáveis fundamentais para a determinação de possíveis colisões, ou seja, a intensidade da velocidade do carro, e a intensidade da velocidade do trem.

Assim que o aluno (D) apresentou sua observação do evento sonoro ressaltando as intensidades das velocidades dos veículos, o aluno (G) ao comentar a declaração do aluno (D) destacou que de acordo com suas observações o carro estaria acelerando e a velocidade do trem estaria diminuindo. A referida declaração do aluno (G) fez com que os alunos (A, e I),

apresentassem suas observações para a variação da velocidade do trem, observações estas que eram distintas da observação do aluno (G). Para os alunos (A, e I) a velocidade do trem não se alterava. O aluno (A) inclusive relacionou velocidade estável à não frenagem, relação esta que pode indicar efeito de aprendizagem produzido pela atividade (4) que abordou a relação entre velocidade constante e aceleração nula.

Em síntese, o trecho (5.3) descreveu a limitação do problema feita pelo professor, limitação esta que abordou uma situação na qual o carro e o trem moveriam-se paralelamente. Como solução para a não colisão entre os veículos no referido problema, foram discutidas as relações entre as variáveis: intensidade da velocidade do carro, intensidade da velocidade do trem, e as distâncias que esses veículos encontram-se do ponto de interseção de suas trajetórias.

#### **Trecho (5.4): A introdução da variável “chuva” no contexto da discussão**

*III.III P: E se estivesse chovendo?*

29) A: *Precisaria de um espaço maior para frear, já que diminui o atrito, o atrito com a chuva se torna menor.*

*III.I P: Para que haja a colisão eles não podem estar se movendo paralelamente. Se eles não estiverem se movendo paralelamente, ai vai depender da velocidade do carro, velocidade do trem, se está chovendo ou não, das distâncias do trem e do carro, ao ponto de encontro. Esses são alguns dos elementos Físicos que influenciam o fato de haver ou não colisão.*

30) G: *Tenho duas experiências sobre esse assunto: Uma vez em São Paulo um carro que eu estava, estava cruzando a linha do trem e o carro afogou em cima da linha, e o sino estava tocando dizendo que o trem estava vindo. Foi o tempo do pessoal descer e empurrar o carro, o trem passou. Uma outra vez em minha cidade o trem vinha vindo e o outro trem estava parado numa linha paralela. Eu desci de um trem e subi a tempo do outro não me pegar.*

31) B: *Voltando ao problema do trem, eu acho que o peso influencia também no fato dele parar ou não, ele não para fácil, tem que ter uma distância ainda maior, devido ao próprio peso dele.*

32) A: *O atrito dele eu acho até complicado, é metal com metal, as rodas com o trilho, desliza mais.*

O trecho (5.4) apresenta em seu início o professor introduzindo para a análise dos alunos um novo fator influenciador para que haja ou não colisão, ou seja, a chuva. Por meio de uma atitude questionadora, o professor perguntou aos alunos quais seriam as conseqüências para o fato de haver ou não colisão se estivesse chovendo. (elemento: III.III). Por meio da referida questão, o professor pretendia adicionar à discussão o conceito de atrito.

Respondendo a questão colocada pelo professor, o aluno (A) afirmou que para o caso de estar chovendo, haveria a necessidade de uma distância maior para o carro conseguir frear, já que segundo argumentou, a chuva diminui o atrito entre os pneus do carro e o asfalto. Na referida declaração do aluno (A) observam-se as seguintes relações conceituais: (1) a água diminui o atrito; (2) a intensidade do atrito é diretamente proporcional à variação da velocidade. A utilização por parte do aluno (A) dessas relações conceituais pode representar efeito de aprendizagem produzido pelas atividades (1) e (2) nas quais as referidas relações foram trabalhadas.

Depois que o aluno (A) apresentou sua resposta para a influência da chuva nas condições de frenagem, o professor procurou sintetizar as variáveis já discutidas para o problema da colisão (elemento: III.I). Naquele momento, julgou o professor que tal atitude seria necessária para reunir os elementos já trabalhados, e organizar o restante da discussão. A referida atitude adotada pelo professor mostrou-se fundamental no contexto de discussões de várias variáveis entre alunos com deficiência visual, pois, sínteses conceituais orais durante a realização de uma atividade, podem organizar e agrupar os elementos principais discutidos, o que pode ajudar os alunos a refletirem e elaborarem novas relações conceituais.

Assim que o professor apresentou a referida síntese, o aluno (G) contou duas experiências suas sobre eventos de carro e trem. Eventos como os descritos pelo aluno (G) vieram à tona devido o fato do tema trazer a lembrança histórias de vida, o que indica a sua contextualização.

Depois que o aluno (G) contou suas experiências, o aluno (B) retomou a discussão do problema, enfatizando a relação entre peso do trem e frenagem, relação esta que enfocou a influência da intensidade do peso do trem para a desaceleração do mesmo. Ao final do trecho (5.4) o aluno (A) relacionou a intensidade do atrito à natureza dos materiais que constituem o trilho da ferrovia e as rodas do trem, afirmando que por esses objetos serem feitos de metal, o atrito entre eles seria menor. Tal relação apresentada pelo aluno (A) embora incorreta, pode representar efeito de aprendizagem produzido pela atividade (1) que enfocou a intensidade do atrito à natureza dos materiais das superfícies em contato.

### **Trecho (5.5): Influência do modelo tradicional de ensino nas concepções de problema de Física do aluno (G)**

*33) G: Mas você não sabe com clareza a posição deles, a velocidade deles, qual é a resposta certa?*

*III.I P: Não tem uma resposta certa aluno (G), esse problema é um problema aberto, a resposta depende dos elementos aqui discutidos, primeiro, se eles estiverem paralelos, não haverá colisão, se eles estiverem na perpendicular ou ortogonal.*

*34) G: Numa prova não pode cair uma questão assim, sem que haja uma resposta, não é?*



*III.I P: A gente pode até colocar uns números nesse problema, mas a partir das conclusões que chegamos e que discutimos.*

O trecho (5.5) é caracterizado por uma discussão entre o aluno (G) e o professor acerca do fato de que o problema que vinha sendo abordado não apresentava valores numéricos.

O aluno (G) talvez influenciado por experiências escolares fundamentadas no ensino tradicional, questionou o professor sobre as posições e as velocidades exatas dos veículos, argumentando se o problema não possuía uma resposta certa. O professor respondeu ao aluno (G) dizendo que aquele era um problema aberto, e que como tal, não objetivava obter uma resposta certa, e sim, discutir as variáveis que podem definir ou não o fato de haver colisão entre o carro e o trem.

Entretanto, o aluno (G) questionou a validade de problemas abertos, afirmando que em uma prova, não poderia ser dado um problema com aquelas características, isto é, sem resposta numérica. Cabe ressaltar que este aluno estava por ocasião da realização da atividade (5), terminando de concluir o ensino médio por meio das tele-salas. Respondendo ao aluno (G) o professor argumentou sobre a possibilidade de se atribuir valores às grandezas envolvidas, contudo, não o fez. Infelizmente, o professor perdeu uma excelente oportunidade para trabalhar um problema fechado numérico, já que o aluno (G) proporcionou-lhe as condições. A perda da oportunidade do professor para introduzir valores numéricos ao problema, será melhor discutida por ocasião da análise do trecho (5.6).

Em síntese, o trecho (5.5) mostrou que o aluno (G) (e talvez todos os alunos), estava esperando uma resposta certa para o problema. Por meio de tal atitude, o aluno (G) externou suas concepções acerca da estrutura de um problema, Já que para ele, um problema aberto daquele tipo não é trabalhado em ambientes educativos.

### **Trecho (5.6): A perda da oportunidade da introdução de valores numéricos no problema**

*III.III P: Após essas discussões, a gente pode até discutir um problema numérico, contudo quais são os elementos Físicos envolvidos?*

*35) G: A velocidade do trem, a velocidade do carro, a distância que cada um deles estará da linha de encontro, e os atritos entre o carro e o chão e o trem e os trilhos.*

*36) A: Uma areia na pista influencia no atrito.*

*III.I P: Uma situação que poderia ser colocada é: Imaginem que o motorista do carro observasse o trem e ele imprimisse uma certa desaceleração de tal forma que realmente fosse parar. De repente, surge um lugar da pista com areia, dessa forma sua frenagem se veria prejudicada. A areia diminui o atrito, diminuir o atrito aqui pode ser prejudicial, pois se diminui*

*a possibilidade de frear o carro, o que menos se precisa aqui é diminuir o atrito ou então o motorista do carro acelera de tal forma que passe na frente do trem e não ocorre colisão. Esse tipo de problema não tem uma resposta final, ele trabalha com hipóteses.*

O trecho (5.6) apresenta em seu início a declaração do professor na qual o mesmo abordou a possibilidade de se atribuir valores numéricos às grandezas envolvidas no problema, entretanto, o professor não atribuiu tais valores, mas questionou os alunos sobre as variáveis envolvidas (elemento: III.III).

Em resposta à questão colocada pelo professor, o aluno (G) apresentou as seguintes variáveis que definem o fato de haver ou não colisão entre o carro e o trem: As intensidades das velocidades do carro e do trem, as distâncias que ambos estarão da interseção de suas trajetórias, e a intensidade dos atritos entre os pneus do carro e o chão e as rodas do trem e os trilhos. Note-se que o aluno (G) apresentou naquela oportunidade uma resposta melhor elaborada que respostas anteriores, já que, acrescentou em seu conjunto de variáveis, o atrito. Este fato pode representar efeito de aprendizagem produzido pelas atividades (1) e (2), e por reflexões ocorridas durante a atividade (5).

Destaca-se o fato do aluno (A) ter focado a influência da areia na intensidade do atrito. Tal enfoque proporcionou as condições para que o professor fizesse novamente uma síntese das variáveis discutidas, abordando em tal síntese, a influência de produtos como a areia para as condições de atrito.

Em relação ao fato do professor não ter atribuído valores numéricos ao problema do carro e do trem, cabe a seguinte análise: Na hipótese do professor ter proposto um problema numérico, talvez existisse a possibilidade de se trabalhar com mais detalhes as características dos movimentos do carro e do trem, ou seja, se eles iriam se mover com desaceleração constante ou não, velocidade constante ou não. Por outro lado, muitas variáveis Físicas que podem interferir no fenômeno da desaceleração, puderam ser trabalhadas, já que a abordagem de situações imprevistas como areia ou chuva na pista, ficariam prejudicadas em um problema mais fechado. Dessa forma, pôde-se discutir novamente a interferência do atrito na desaceleração, questão trabalhada nas atividades (1) e (2), além de outras variáveis que podem influenciar a ocorrência de colisão.

Observa-se que o problema aberto mostrava-se até aquele momento da atividade, eficaz em produzir hipóteses acerca dos fatores que definem a posição de encontro de dois veículos, pois possibilitava a abordagem de uma grande quantidade de variáveis. Entretanto, sugere-se que um professor que esteja trabalhando problemas abertos com alunos com deficiência visual vá de maneira gradativa, ao mesmo tempo em que valoriza todas as soluções dos alunos, fechando o problema ou conduzindo o mesmo de acordo com seus interesses. Se ele não quiser, por exemplo, limitar o problema em função de valores numéricos, pode mantê-lo aberto e explorar as diferentes

soluções. Por outro lado, se o professor decidir abordar um problema mais fechado, pode atribuir valores numéricos às grandezas envolvidas e já discutidas no problema. Neste sentido, talvez uma atividade a ser elaborada seja a de se trabalhar equações Físicas para estudar o problema da posição de encontro, contudo, entende-se que a referida atividade deveria suceder ou ser uma consequência de atividades abertas como a aqui apresentada.

Portanto, a elaboração de uma atividade para estudar o problema da posição de encontro com alunos com deficiência visual, deveria obedecer ao critério organizacional de se tratar inicialmente o caso geral (por meio de problemas abertos), e posteriormente o caso específico (com a introdução de valores numéricos às grandezas envolvidas).

### **Trecho (5.7): A introdução da variável “dimensão dos veículos”**

*III.I P: Então os elementos Físicos que estão envolvidos nesse fenômeno são: A velocidade dos dois, a distância que eles estão do ponto de encontro, e se a ou não atrito.*

*III.III P: Existiria algo mais?*

*37) I.I G: Você veja, na gravação primeiro a gente ouve o som do carro dando partida, depois do trem dando partida, depois dos dois juntos, contudo a gente não sabe se eles estão andando paralelamente ou não.*

*III.I P: é exatamente isto, e vocês concluíram que para que não haja colisão eles podem estar andando paralelamente, essa é uma resposta. Contudo, se eles estiverem andando perpendicularmente, ai existe a possibilidade de haver colisão.*

*38) G: vamos supor que se a linha do trem e a estrada que o carro está faz um tipo de um triângulo, (ele faz o desenho com as mãos na mesa), durante um bom trecho eles vão andar quase que paralelos.*

*III.I P: Ai eles podem se encontrar lá na frente.*

*39) A: mais ai não vai ser 90 graus, e nem paralela.*

*40) G: Ai depende da distância do ponto de encontro da pista com a linha, quem vai chegar primeiro ali.*

*III.III P: Vocês entenderam essa situação?*

*O professor explica a cada aluno com as mãos a situação proposta pelo aluno (G) (elemento: III.I).*

*III.III P: Nessa situação, vamos inverter a questão, para que haja colisão o que tem que ocorrer?*

41) A: *O trem tem que chegar primeiro, ele é grande, o carro tem chance de chegar primeiro e passar, o carro é pequeno, dependendo da velocidade, é claro, sempre entra a história da velocidade, se o carro chegar primeiro numa velocidade alta, ele passa, contudo o trem mesmo chegando primeiro numa velocidade alta, o carro pega, o trem é muito maior, o espaço que ele vai ocupar é muito maior.*

42) G: *Ali para haver colisão o carro deveria chegar depois, o trem tem que chegar primeiro, se o carro chegar primeiro com alguns metros de vantagem, ele passa.*

43) A: *Ou então o carro chegar primeiro, mas com menor velocidade do que o trem.*

*III.I P: Vocês notem que o tamanho do trem também influencia no problema.*

O Trecho (5.7) aborda em seu início uma síntese feita pelo professor sobre as variáveis já discutidas (elemento: III.I), e a questão apresentada por ele aos alunos sobre se haveria algo mais que poderia influenciar a ocorrência de colisão (elemento: III.III). O aluno (G) então, ao descrever novamente suas observações do evento sonoro, apresentou suas inquietações relacionadas ao fato de não se conhecer ao certo a direção das trajetórias dos veículos envolvidos no problema, o que fez com que o professor novamente, fizesse uma síntese das análises já realizadas (elemento: III.I). Destacou o professor em tal síntese, o fato de que se os veículos estivessem se movendo paralelamente, não haveria colisão, e se os veículos estivessem se movendo perpendicularmente, haveria a possibilidade da ocorrência de colisão.

Depois que o professor apresentou a referida síntese, o aluno (G) propôs para análise uma nova situação, isto é, o carro e o trem movendo-se em trajetórias oblíquas, cujo ângulo de interseção é pequeno, próximo de zero. Esse aluno inclusive se utilizou em sua explicação do conceito de “paralelo”, e de gestos manuais. A utilização por parte do aluno (G) do conceito de “paralelo”, pode representar efeito de aprendizagem produzido pelas atividades (1) e (2).

Assim que o aluno (G) propôs a nova situação, o professor procurando colaborar com a interpretação da mesma, comentou sobre a possibilidade dos dois veículos se encontrarem numa posição bem mais à frente (elemento: III.I). Proposta a nova situação, comentou o aluno (A) que de acordo com ela, os veículos não estariam se movendo nem perpendicularmente, nem paralelamente. Observa-se que o uso correto dos conceitos de perpendicular e paralelo pode representar efeito de aprendizagem das atividades (1) e (2). Destacou então o aluno (G) a importância de se considerara distância dos veículos à posição de encontro, e também qual dos dois (carro ou trem) iria chegar primeiro no ponto de interseção da pista com os trilhos. O fato colocado pelo aluno (G) sobre quem chegaria primeiro no ponto de interseção, traria a tona a discussão de uma outra variável, ou seja, a dimensão dos veículos.

Depois que o aluno (G) fez o comentário descrito, o professor exerceu três atitudes mediadoras: (1) Perguntou a todos se eles haviam compreendido a nova situação (elemento:

III.III); (2) Por meio de explicações táteis, mostrou o cruzamento das direções (elemento: III.I); (3) Por meio de uma atitude questionadora, inverteu a questão, ou seja, perguntou o que deveria acontecer para que houvesse colisão entre o carro e o trem (elemento: III.III). Observa-se que o professor demonstrou criatividade ao propor uma inversão na pergunta. Ele pretendia na ocasião forçar a introdução por parte dos alunos da discussão da variável: “dimensão dos veículos”.

Como pretendia o professor, o aluno (A) abordou a nova variável, ou seja, a dimensão dos veículos, afirmando que para que houvesse colisão, o trem, independentemente de sua velocidade, deveria chegar primeiro ao cruzamento, pois possuía uma grande dimensão, enquanto que o carro, pelo fato de ser pequeno, mesmo a uma pequena velocidade, teria maiores possibilidades de passar pela posição de intersecção das trajetórias sem ser atingido. Este foi um aspecto positivo observado nos problemas abertos, já que um problema fechado permite pouca flexibilidade para propostas constantes de novas situações. O aluno (G) também enfatizou a necessidade do trem chegar primeiro ao cruzamento para haver colisão, e o aluno (A) comentou a possibilidade de ocorrer colisão mesmo se o carro chegasse primeiro, desde que sua velocidade fosse menor que a do trem.

Em síntese, o trecho (5.7) abordou a discussão entre os alunos (A, e G) e o professor, de uma nova variável para o problema da colisão entre o carro e o trem, ou seja, a dimensão dos veículos. A referida variável faz parte do conjunto de variáveis discutidas pelos alunos e o professor até aquele momento da atividade que já estava se encerrando. Entretanto, como será descrito na seqüência, a discussão de uma nova variável que pode influenciar a ocorrência ou não de colisão entre os veículos, viria a tona, ou seja, a discussão da variável “tempo”.

### **Trecho (5.8): A discussão da variável “tempo”**

*III.I P: Nós vimos uma situação onde entrou um novo elemento, que é o tamanho do objeto, e existe uma outra variável que não foi discutida abertamente que é o tempo que o trem fica passando por ali, vamos imaginar que o trem chegasse primeiro no cruzamento.*

*44) G: Ai ele (o carro) tinha que ir brecando constantemente para não haver colisão.*

*45) A: Ou ele vir numa velocidade constante baixa.*

*46) G: Isso depende muito da noção do motorista, ele que vai ser o responsável por bater ou não. Dessa forma o motorista tem que analisar a distância, a velocidade que o trem vai indo, para que ele possa controlar a velocidade que ele acha que vai dar para passar ou não.*

*47) A: Nós (alunos (A) e (B)) estávamos discutindo aqui o seguinte: A gente vai atravessar a rua sem a visão a gente usa o som, a referência sua é som, e até você ter uma noção da distância de segurança para você passar, quem está vendo a pessoa olha e pronto, consegue dimensionar melhor a distância, a velocidade do veículo, para a gente a percepção da velocidade depende se tem mais veículos, já à distância você consegue perceber se está em alta ou baixa velocidade, já o carro silencioso dificulta mais.*

48) B: *É bem interessante essas questões.*

O trecho (5.8) inicia-se apresentando uma síntese realizada pelo professor acerca da variável “dimensão dos veículos” (elemento: III.I). Aproveitando-se do enfoque da referida variável, o professor introduziu para ser discutida abertamente uma outra variável, que pode influenciar a ocorrência ou não de colisão entre o carro e o trem, ou seja, o tempo de deslocamento de um dos dois veículos sobre o ponto de intersecção das trajetórias. O professor pretendia naquele momento, explicitar a discussão da variável “tempo” já que a mesma vinha sendo discutida implicitamente por meio da variável “velocidade”.

Depois que o professor apresentou uma situação hipotética na qual o trem chegaria primeiro do que o carro no cruzamento das trajetórias, os alunos (A, e G) apresentaram as seguintes variáveis para que não houvesse colisão entre os veículos. Afirmou inicialmente o aluno (G) que uma das possibilidades de não haver colisão na situação colocada, seria a do motorista do carro frear constantemente seu veículo, e o aluno (A) apresentou como uma outra possibilidade, a do carro se mover com velocidade pequena e constante. Concluiu então o aluno (G) que a ocorrência ou não de colisão dependeria do motorista do carro observar a distância de seu veículo ao trem, bem como, da velocidade do mesmo, a fim de controlar a velocidade de seu carro.

Ao final da atividade, o aluno (A) descreveu seus referenciais auditivos utilizados por ele para cruzar uma rua, destacando as diferenças entre os referenciais observacionais de uma pessoa cega e de uma pessoa vidente (ver Camargo 2000). No entanto, em tal descrição o referido aluno enfatizou a importância para a não ocorrência de colisão, das variáveis distância e velocidade, isto é, as distâncias entre os objetos móveis, e suas velocidades.

Note-se que essas condições apresentadas pelos alunos (A, e G) representam variáveis que determinam a ocorrência ou não de colisão entre os veículos envolvidos em uma situação de trajetórias que se cruzam. As referidas variáveis em conjunto com as outras já discutidas serão abordadas e analisadas na seqüência.

### **5.5.3-A ATIVIDADE (5) ENQUANTO AMBIENTE DE APRENDIZAGEM**

Os trechos (5.2) a (5.8), descreveram um momento de discussão, no qual os alunos participantes da atividade (5) buscavam interpretações e soluções para a situação problema aberta que a eles foi apresentada por meio da gravação de um evento sonoro (carro e trem se movendo). Os referidos trechos, foram representados por quarenta e oito declarações dos alunos, nas quais, descrições e interpretações da observação do evento sonoro, e hipóteses para explicar o problema

aberto, possível colisão entre o trem e o carro, foram identificadas. Dessa forma, um “conjunto conceitual” identificado nas relações entre causa e efeito estabelecidas pelos alunos em suas declarações, é explicitado aqui de forma sintética por doze hipóteses (ver capítulo 4). Observa-se que, vinte e duas declarações de um total de quarenta e oito, não foram relacionadas a hipóteses por não apresentarem relações de causa e efeito. Tais declarações foram relacionadas a elementos de observação, à descrição de eventos cotidianos, ou a questões apresentadas pelos alunos durante o transcorrer da atividade.

O quadro (5.2), apresenta a relação entre cada hipótese e a numeração das declarações que contém a utilização de tal hipótese para a atividade (5).

Quadro (5.2): Relaciona cada hipótese ao número correspondente de declarações na atividade (5).

Hipóteses	Número das declarações que justificam cada hipótese
1) Se os veículos estão se movendo em trajetórias não paralelas, a não ocorrência de colisão depende da distância entre os veículos.	3 (B)
2) Se os veículos estão se movendo em trajetórias não paralelas, a não ocorrência de colisão depende da aceleração do carro.	2(A), 4(A)
3) A ocorrência ou não de colisão depende da direção das trajetórias dos veículos.	5 (G), 9 (A), 37 (G)
4) Se os veículos estão se movendo em trajetórias perpendiculares, a não ocorrência de colisão depende da intensidade da velocidade do carro.	10 (A) 12 (B) 21 (D)
5) Se os veículos estão se movendo em trajetórias perpendiculares, a não ocorrência de colisão depende da intensidade da aceleração do carro, e da distância do carro ao trem.	6 (G), 7 (G)
6) Se os veículos estão se movendo em trajetórias perpendiculares, a não ocorrência de colisão depende das intensidades das velocidades do carro e do trem.	25 (D)
7) Se os veículos estão se movendo em trajetórias perpendiculares, a não ocorrência de colisão depende da intensidade da velocidade do carro, e da distância que este se encontra do trem.	11 (A), 13 (A), 14 (I), 15 (A), 16 (A)
8) Se os veículos estão se movendo em trajetórias perpendiculares, a não ocorrência de colisão depende da intensidade das velocidades dos veículos, e da distância que esses veículos estão do ponto de intersecção de suas trajetórias.	17 (G), 33 (G), 47 (A)
9) Se os veículos estão se movendo em trajetórias perpendiculares, a não ocorrência de colisão depende da intensidade do atrito entre os pneus do carro e o asfalto, e da distância entre o carro e o trem.	29 (A)
10) Se os veículos estão se movendo em trajetórias perpendiculares, a não ocorrência de colisão depende do peso do trem, porque o peso influencia no tempo de frenagem.	31 (B)
11) Se os veículos estão se movendo em trajetórias perpendiculares, a não ocorrência de colisão depende da intensidade das velocidades dos veículos, de suas distâncias ao ponto de intersecção de suas trajetórias, e da intensidade do atrito entre os pneus do carro e o asfalto e as rodas do trem e os trilhos.	35 (G)
12) Se os veículos estão se movendo em trajetórias oblíquas, com o ângulo de intersecção pequeno, a ocorrência ou não de colisão depende da dimensão dos veículos, de suas velocidades, e da distância que eles se encontram do ponto de intersecção de suas trajetórias.	40 (G), 41 (A), 46 (G)

Obs): A expressão: “a não ocorrência de colisão” observada no quadro (5.2) refere-se à não ocorrência de colisão entre o carro e o trem.

Como mostra o quadro (5.2), cada uma das hipóteses (1, 6, 9, 10, e 11) foi representada por uma declaração dos alunos, cada uma das hipóteses (2, e 5) foi representada por duas declarações, e cada uma das hipóteses (3, 4, 8, e 12) foi representada por três declarações. Por fim, A hipótese (7) foi representada por cinco declarações dos alunos.

O aluno (A) utilizou-se em suas explicações para o problema aberto (possível colisão entre o trem e o carro), uma vez das hipóteses (3, 4, 8, 9, 10, e 12), duas vezes da hipótese (2), e quatro vezes da hipótese (7). Já o aluno (G) utilizou-se em suas explicações para o referido problema aberto, duas vezes das hipóteses (3, 5, 8, e 12), e uma vez da hipótese (11). O Aluno (B) por sua vez, utilizou-se para explicar o problema aberto já considerado, uma vez das hipóteses (1, 4, e 10), e o aluno (D) utilizou-se para explicar a possível colisão abordada no problema aberto em questão, uma vez das hipóteses (4, e 6). O aluno (I) utilizou-se em suas explicações, uma vez da hipótese (7).

Analisando as doze hipóteses à luz da categoria compreensão, pode-se explicitar as características das atitudes utilizadas pelos alunos durante a atividade (5). O quadro (5.3) apresenta para a atividade (5), uma relação entre os alunos e os elementos de compreensão definidos anteriormente.

Quadro (5.3): Relação para a atividade (5) entre as hipóteses identificadas e as atitudes definidas na categoria compreensão.

Alunos	A	B	D	G	I
<b>Hipótese 1</b>	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes
<b>Hipótese 2</b>	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes
<b>Hipótese 3</b>	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Não demonstrou atitudes
<b>Hipótese 4</b>	Compartilhou	Compartilhou	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes
<b>Hipótese 5</b>	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Não demonstrou atitudes
<b>Hipótese 6</b>	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes
<b>Hipótese 7</b>	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Compartilhou
<b>Hipótese 8</b>	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Não demonstrou atitudes
<b>Hipótese 9</b>	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes
<b>Hipótese 10</b>	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes
<b>Hipótese 11</b>	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Não demonstrou atitudes
<b>Hipótese 12</b>	Compartilhou	Não demonstrou atitudes	Não demonstrou atitudes	Compartilhou	Não demonstrou atitudes



Como mostra o quadro (5.3) não ocorreram durante a atividade (5) questionamentos, defesas ou reformulações de hipóteses. O que caracteriza a atividade aqui analisada é a elaboração e o compartilhamento de hipóteses (elemento: II.I).

Entende-se que a utilização de hipóteses distintas para explicar o problema da colisão aqui analisado, não representa a reformulação de uma hipótese, mas, a abordagem por parte de alguns alunos a cada nova explicação sua, de novas variáveis capazes de influenciar a ocorrência ou não de colisão entre o carro e o trem. A referida abordagem de novas variáveis ocorria, a partir do momento em que gradativamente, os alunos compreendiam o evento sonoro. Dessa forma, no decorrer do processo de compreensão do evento sonoro, algumas variáveis que ainda não haviam sido abordadas, eram, e outras que já haviam sido abordadas, deixavam de ser. Essa dinâmica de se abordar em um determinado momento da atividade, uma determinada variável, e em outro momento da atividade, outra variável, determinava as características conceituais das hipóteses identificadas, e descaracterizava uma possível reformulação de hipóteses.

Dessa forma, em relação às variáveis que podem influenciar a não ocorrência de colisão entre o carro e o trem, os alunos destacaram as seguintes: (1) Direção das trajetórias, (2) Velocidade, (3) Aceleração, (4) Dimensão dos veículos, (5) Distância, (6) Atrito, e (7) Peso.

Variável: Direção das trajetórias do carro e do trem. A consideração da referida variável, da um desdobramento duplo ao conjunto de soluções do problema aqui analisado, ou seja, a possibilidade dos veículos estarem se movendo de acordo com trajetórias paralelas, e a possibilidade dos veículos estarem se movendo de acordo com trajetórias não paralelas (oblíquas ou perpendiculares).

O caso da situação na qual os veículos se movimentam de acordo com trajetórias paralelas, representa uma primeira solução à questão da ocorrência ou não de colisão entre o carro e o trem, já que de acordo com a referida situação, carro e trem não podem se encontrar (solução-1). Neste sentido, os alunos (A, e G), por meio da hipótese (3), apresentaram a referida solução, e para tal, utilizaram-se do conceito de paralelo, distinguindo-o do de perpendicular, conceitos estes trabalhados nas atividades (1) e (2) por meio do texto falado: Entre tapas e beijos, e do quite (2.1).

Para o caso dos veículos estarem se movendo de acordo com trajetórias não paralelas como as oblíquas ou as perpendiculares, existe outro desdobramento que enfoca duas soluções para a não ocorrência de colisão entre o carro e o trem. São elas: Uma situação na qual um dos veículos passa primeiro que o outro pelo ponto de intersecção de suas trajetórias (solução-2) (Exemplo: o carro passa primeiro que o trem), (solução apresentada pelos alunos (A, D, e G)) e uma outra na qual um dos veículos precisa frear, porque o outro encontra-se cruzando o ponto de intersecção de suas trajetórias (solução-3) (Exemplo: o carro precisa frear, porque o trem cruza a estrada) (solução apresentada pelos alunos) (A, B, G, e I).

Em relação à solução que aborda a situação na qual um veículo passa primeiro que o outro pelo ponto de intersecção de suas trajetórias (solução-2), os alunos (A, D, e G) destacaram as

seguintes variáveis Físicas que podem influenciar a não ocorrência de colisão: Variável: Intensidade da velocidade dos veículos, Variável: Aceleração dos veículos, Variável: Dimensão dos veículos, Variável: Distância dos veículos ao ponto de intersecção de suas trajetórias.

O aluno (A) inicialmente por meio das hipóteses (2, e 4), abordou a influência das variáveis, intensidade da aceleração e das velocidades dos veículos para a não ocorrência de colisão, e posteriormente, o referido aluno, por meio da hipótese (12) considerou a influência para a não ocorrência de colisão, das variáveis, dimensão e intensidade da velocidade dos veículos, e distância entre eles.

O aluno (D) por meio das hipóteses (4, e 6) (principalmente por meio da hipótese (6)), abordou a influência da variável, intensidade das velocidades dos veículos, para a não ocorrência de colisão, sem abordar as variáveis, aceleração e distância entre eles.

O aluno (G) por sua vez, abordou inicialmente por meio da hipótese (5) a influência das variáveis, aceleração do carro e distância do carro ao trem, em uma possível colisão entre esses veículos, e posteriormente, utilizando-se da hipótese (12), abordou a influência das variáveis, dimensão e intensidade das velocidades dos veículos, e distância dos veículos ao ponto de intersecção de suas trajetórias.

Buscando uma síntese, as variáveis consideradas representam para os alunos que às abordaram, as condições para que o carro passe primeiro que o trem pelo ponto de intersecção de suas trajetórias, e dessa forma, não colida com ele. Assim, relacionando a solução (2) e as variáveis apresentadas pelos alunos (A, D, e G), pode se obter as condições que cada um desses alunos abordou para que o carro passasse primeiro que o trem pelo ponto de intersecção de suas trajetórias. As referidas condições serão apresentadas na seqüência, levando-se em conta uma estrutura decrescente de elaboração, ou seja, da mais para a menos elaborada.

**Condição abordada pelo aluno (A):** Para que o carro passe primeiro que o trem pelo ponto de intersecção de suas trajetórias, e dessa forma, não colida com ele, é importante se considerar a intensidade da aceleração e das velocidades dos veículos, bem como, suas dimensões, e a distância entre eles e o ponto de intersecção de suas trajetórias.

**Condição abordada pelo aluno (G):** Para que o carro passe primeiro que o trem pelo ponto de intersecção de suas trajetórias, e dessa forma, não colida com ele, é importante se considerar a intensidade das velocidades e as dimensões dos veículos, a intensidade da aceleração do carro, e a distância entre eles e o ponto de intersecção de suas trajetórias.

**Condição abordada pelo aluno (D):** Para que o carro passe primeiro que o trem pelo ponto de intersecção de suas trajetórias, e dessa forma, não colida com ele, é importante se considerar a intensidade das velocidades dos veículos.

Note-se que as condições abordadas pelos alunos (A, D, e G) enfocaram variáveis e relações entre variáveis Físicas relevantes e determinantes para que um carro consiga cruzar à

frente de um trem o ponto de intersecção de suas trajetórias. Com tudo, em relação às referidas condições, cabe a seguinte análise:

Para determinar se um carro movendo-se em uma trajetória não paralela à de um trem, cruzará o ponto de intersecção de suas trajetórias sem ser atingido, é fundamental o conhecimento da distância que esses veículos encontram-se do ponto de intersecção de suas trajetórias, e o tempo que eles levarão para chegar e passar por esse ponto, o que torna fundamental o conhecimento da dimensão desses veículos. Entretanto, a determinação da variável: Tempo, requer o conhecimento das características dos movimentos do carro e do trem, ou seja, se eles se movem de acordo com um movimento acelerado, ou de acordo com um movimento constante. Se eles se movem de acordo com um movimento acelerado, é fundamental para a determinação da variável: Tempo, o conhecimento das velocidades iniciais, das características das acelerações desses veículos (constantes ou não), e de fatores influenciadores para a aceleração como o atrito. Se eles se movem de acordo com um movimento constante, é fundamental para a determinação da variável: Tempo, o conhecimento das intensidades das velocidades do carro e do trem.

Neste sentido, observa-se que os alunos (A, e G) apresentaram condições para a solução (2) melhores elaboradas do que o aluno (D), pois, articularam relações entre distância, dimensão dos veículos, aceleração, e velocidade, relações estas fundamentais para se determinar o tempo mínimo necessário para que o carro passasse à frente do trem sem ser atingido por ele, enquanto que o aluno (D) articulou as relações entre as velocidades dos veículos, relações estas que também são necessárias para a referida determinação.

Em relação à solução que aborda a situação na qual um dos veículos precisa frear e parar para que não ocorra colisão (solução-3), os alunos (A, B, G, e I) destacaram as seguintes variáveis: Variável: Intensidade da velocidade dos veículos, Variável: Aceleração dos veículos, Variável: Distância dos veículos ao ponto de intersecção de suas trajetórias, Variável: Dimensão dos veículos, Variável: Intensidade dos atritos entre os pneus do carro e o asfalto, e das rodas do trem e os trilhos, Variável: Peso do trem.

O aluno (A) destacou as seguintes variáveis que podem influenciar a não ocorrência de colisão entre o carro e o trem, variáveis: velocidade do carro e distância entre o carro e o trem (hipótese (7)), variáveis: intensidade das velocidades dos veículos, e distância que esses veículos estão do ponto de intersecção de suas trajetórias (hipótese (8)), variáveis: intensidade do atrito entre os pneus do carro e o asfalto, e distância do carro ao trem (hipótese (9)), e as variáveis: dimensão e velocidade dos veículos, e distância que esses veículos se encontram do ponto de intersecção de suas trajetórias (hipótese (12)).

O aluno (B) por meio da hipótese (1) abordou a variável: distância entre os veículos, por meio da hipótese (4) abordou a variável: intensidade da velocidade do carro, e por meio da hipótese (10) abordou a variável: peso do trem, como fatores influenciadores para a não ocorrência de colisão entre o carro e o trem.

O aluno (G) por sua vez, observou as seguintes variáveis como fatores influenciadores para a não ocorrência de colisão entre o carro e o trem, variáveis: intensidade das velocidades dos veículos, e distância que esses veículos se encontram do ponto de intersecção de suas trajetórias (hipótese (8)), variáveis: intensidade das velocidades dos veículos, distância desses veículos ao ponto de intersecção de suas trajetórias, e intensidade do atrito entre os pneus do carro e o asfalto e as rodas do trem e os trilhos (hipótese (11)), variáveis: dimensão e intensidade das velocidades dos veículos, e distância que esses veículos se encontram do ponto de intersecção de suas trajetórias (hipótese (12)).

O aluno (I) abordou por meio da hipótese (7) a influência das variáveis: intensidade da velocidade do carro, e distância do carro ao trem, em uma possível colisão entre esses veículos.

Buscando uma síntese, as variáveis consideradas representam para os alunos que às abordaram, as condições para que o carro ou o trem freie e pare antes do ponto de intersecção de suas trajetórias, e dessa forma, não ocorra a colisão entre eles. Assim, relacionando a solução (3) e as variáveis apresentadas pelos alunos (A, B, G, e I), se podem obter as condições que cada um desses alunos abordou para que o carro ou o trem freasse antes do ponto de intersecção de suas trajetórias. As referidas condições serão apresentadas na seqüência, levando-se em conta uma estrutura decrescente de elaboração, ou seja, da mais para a menos elaborada.

**Condição abordada pelo aluno (G):** Para que o carro freie e pare antes do ponto de intersecção de sua trajetória com a do trem, e dessa forma evite sua colisão com ele, é importante se considerar a intensidade das velocidades e a dimensão dos veículos, a distância que esses veículos se encontram do ponto de intersecção de suas trajetórias, e a intensidade do atrito entre os pneus do carro e o asfalto e as rodas do trem e os trilhos.

**Condição abordada pelo aluno (A):** Para que o carro freie e pare antes do ponto de intersecção de sua trajetória com a do trem, e dessa forma, evite sua colisão com ele, é importante se considerar a intensidade das velocidades e as dimensões do carro e do trem, a distância que esses veículos estão do ponto de intersecção de suas trajetórias, e a intensidade do atrito entre os pneus do carro e o asfalto.

**Condição abordada pelo aluno (I):** Para que o carro freie e pare antes do ponto de intersecção de sua trajetória com a do trem, e dessa forma, evite sua colisão com ele, é importante se considerar a intensidade da velocidade do carro, e a distância do carro ao trem.

**Condição abordada pelo aluno (B):** Para que um dos veículos freie e pare antes do ponto de intersecção de suas trajetórias, e dessa forma evite a colisão entre eles, é importante se considerar a intensidade da velocidade do carro, a distância entre os veículos, e o peso do trem. (Obs.) Expôs-se a condição do aluno (B) em função da possibilidade dos dois veículos frearem, já que este aluno em suas declarações, apresentou as duas possibilidades para a não ocorrência de colisão.

Note-se que as condições abordadas pelos alunos (A, B, G, e I) enfocaram variáveis e relações entre variáveis físicas relevantes e determinantes para que um carro consiga frear e parar antes do ponto de intersecção de sua trajetória com a do trem, e dessa forma, não ser atingido por ele. Contudo, em relação às referidas condições, cabe a seguinte análise:

Para determinar se veículos movendo-se de acordo com trajetórias não paralelas conseguirão frear e parar antes do ponto de intersecção de suas trajetórias, também é fundamental o conhecimento da distância que esses veículos encontram-se do referido ponto, e o tempo que eles levarão para chegar e passar por esse ponto, o que torna indispensável o conhecimento da dimensão desses veículos. Entretanto, a determinação da variável: Tempo, requer o conhecimento das características dos movimentos do carro e do trem. Fechando um pouco o problema, e considerando que o carro deva parar para que não haja colisão, é fundamental o conhecimento da intensidade de sua velocidade inicial, das características de sua desaceleração (se é constante ou não) e das características do movimento do trem, ou seja, se é um movimento acelerado (com aceleração constante ou não) ou de velocidade constante. Se o movimento do trem for acelerado, é indispensável conhecer o valor de sua velocidade inicial. Além das grandezas consideradas, o atrito também deve ser levado em conta, já que influencia nas condições de aceleração dos veículos.

De acordo com o que foi discutido, os alunos (G, e A) apresentaram nessa seqüência, condições melhores elaboradas em relação às condições dos alunos (I, e D) para a solução (3), pois, utilizaram-se e articularam relações entre as variáveis: distância, dimensão dos veículos, intensidade das velocidades, e atrito, relações fundamentais para a determinação do tempo máximo de frenagem do carro para que não haja colisão. O aluno (I) utilizou-se e articulou as relações entre intensidade da velocidade do carro e distância entre este ao trem, para determinar o tempo máximo de frenagem, e o aluno (B) utilizou-se das mesmas relações, além de considerar a influência do “peso” do trem para o tempo de frenagem do mesmo. Contudo, o “peso” de um objeto, ou mais especificamente sua massa, não influencia em seu tempo de frenagem, e dessa forma a consideração dessa variável por parte do aluno (B) pode representar efeito de suas concepções espontâneas sobre a relação: massa x tempo.

Em síntese, os alunos apresentaram três soluções para a não colisão entre o carro e o trem. São elas: Solução (1) Carro e trem movendo-se em trajetórias paralelas; Solução (2) Carro e trem movendo-se em trajetórias não paralelas, sendo que o carro passa primeiro que o trem pelo ponto de intersecção de suas trajetórias; Solução (3) Carro e trem movendo-se em trajetórias não paralelas, sendo que um dos veículos freia e pára antes do ponto de intersecção de suas trajetórias. As variáveis apresentadas pelos alunos que dentro das soluções podem influenciar a não ocorrência de colisão entre o carro e o trem foram as seguintes: Direção das trajetórias dos veículos, distância, dimensão dos veículos, velocidade, aceleração, atrito e peso.

Portanto, a partir das análises efetuadas, conclui-se que a atividade (5), foi capaz de motivar os alunos e proporcionar aos mesmos, condições para que eles: (1) Observassem por meio do referencial auditivo um evento sonoro; (2) Propusessem e discutissem diferentes

soluções possíveis para um problema aberto; (3) Utilizassem e articularassem grandezas trabalhadas em atividades anteriores; (4) Apresentassem problemas não planejados para discussão; e (5) Expusessem e compartilhassem hipóteses durante as discussões estabelecidas.



## 5.6-AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DOS ALUNOS

### 5.6.1- REFLEXÕES ACERCA DO CONCEITO DE APRENDIZAGEM

Antes de proceder à avaliação da aprendizagem dos alunos que participaram das atividades, necessário se faz discutir alguns aspectos relacionados a conceitualização de aprendizagem, visto que, aprendizagem veio a significar coisas diferentes em tempos diferentes para pessoas diferentes. Como aponta Catania, (1983). “A palavra inglesa *learning* (aprendizagem) vem do radical indo-europeu, *leis*, que significava pista ou pegada. Antes de atingir sua forma presente, sofreu muitas transformações: *laestan*, *leornian*, *lernen*. Em períodos diferentes na evolução da língua inglesa, ela poderia ter sido compreendida como seguir uma pista, continuar, vir a saber, ou talvez mesmo entrar nos trilhos ou entrar em cio”.

De acordo com Wheatley (1991) os construtivistas entendem a aprendizagem como adaptações para neutralizar perturbações que surgem na estrutura cognitiva de um indivíduo por meio de interações sociais e físicas. Em outras palavras, o contato dos indivíduos com um novo objeto pode forçá-los a reorganizar suas idéias o que pode produzir a aprendizagem do referido objeto (Wheatley, op. cit.). Neste contexto, o termo aprendizagem pode ser interpretado como o resultado de experiências que ativam estruturas lógicas já existentes, provocando, desta forma, mudanças nos esquemas que formam tais estruturas.

Assim, entende-se que o fator que mais influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe, ou seja, o seu conhecimento prévio, e isto parece ser um consenso entre a maioria das teorias de ensino-aprendizagem. É o conhecimento que o aluno possui que determina em grande parte o quanto ele pode aprender. Neste contexto, aprender significativamente um determinado conteúdo, caracteriza-se pela interação entre conhecimentos novos e prévios. Para Ausubel (1963), em tal interação o novo conhecimento deve relacionar-se de maneira não arbitrária e substantiva (de modo não literal) com aquilo que o aprendiz já sabe, e este por sua vez, deve apresentar uma pré disposição para aprender (intencionalidade) (Wheatley, 1991).

Em outras palavras, na aprendizagem o significado de um determinado conteúdo surge da interação entre o conhecimento prévio e os novos conhecimentos, e esse significado pode ser correto do ponto de vista científico ou não, o que implica concluir que aprender significativamente um determinado conteúdo, não representa necessariamente aprender corretamente, de acordo com um determinado referencial, esse conteúdo. Como indica Moreira (1999) nessa interação, o novo conhecimento deve relacionar-se com o prévio de maneira não arbitrária, ou seja, o relacionamento não é com qualquer aspecto da estrutura cognitiva, mas sim com conhecimentos especificamente relevantes, denominados de subsunçores (Ausubel, 1963).



Outro aspecto que Ausubel (1963) aponta acerca da aprendizagem, refere-se ao fato de que a mesma é substantiva, ou seja, não ocorre de maneira literal, “ao pé da letra”. Como indica Moreira (op. cit.) “substantividade significa que, o que é incorporado à estrutura cognitiva é a substância do novo conhecimento, das novas idéias, e não as palavras precisas usadas para expressá-las”. Neste sentido, a questão da subjetividade refere-se à essência do conhecimento aprendido, isto é, quando um indivíduo aprende de maneira significativa, o mesmo não internaliza o conhecimento novo de modo literal, idêntico. Em sua estrutura cognitiva ele vai colocar também os seus significados, as suas interpretações.

Dessa forma, uma das possibilidades de se obter evidências acerca da ocorrência de aprendizagem em um determinado aluno, é por meio da observação de suas explicações sobre um dado objeto de estudo. Para o caso do trabalho aqui apresentado, as referidas explicações são representadas pelas atitudes de compreensão anteriormente definidas, e a análise de tais atitudes, servirá de referencial para a avaliação da aprendizagem dos alunos. Tal avaliação encontra-se apresentada na seqüência.

### **5.6.2-REALIZAÇÃO DA AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM DOS ALUNOS**

Considerando a análise das cinco atividades, conclui-se que os alunos observaram, contextualizaram e formularam modelos acerca do conceito de aceleração, bem como, da relação entre o referido conceito e os de velocidade, atrito e gravidade. Os materiais desenvolvidos, os momentos de observação e de debates, em conjunto com a mediação do professor, conduziram os alunos a reflexões, sínteses, elaborações e reelaborações conceituais que podem indicar a qualidade da aprendizagem apresentada por eles.

Nesta perspectiva, a aprendizagem de cada aluno será avaliada por meio da relação entre os principais conceitos trabalhados através das atividades, e a compreensão demonstrada por cada aluno acerca desses conceitos. A referida compreensão fundamenta-se na análise das atitudes de compreensão (compartilhou, questionou, defendeu, reformulou), apresentadas por um aluno acerca das proposições conceituais no decorrer da aplicação das atividades.

Dessa forma, analisando as atitudes de compreensão apresentadas por um aluno, procurara-se avaliar se esse aluno aprendeu um determinado conceito contido em uma ou em um conjunto de proposições conceituais. A referida aprendizagem será representada pelas afirmações: demonstrou compreensão de um determinado conceito (DC), demonstrou compreensão parcial de um determinado conceito (DCP), e não demonstrou compreensão acerca de um determinado conceito (NDC) (Benjamim, 2000).

Não obstante, os conceitos que serão avaliados, são constituídos de outros conceitos que foram denominados: conceitos básicos. Dessa forma, o conceito de aceleração como exemplo, é

constituído dos conceitos básicos, velocidade e tempo. Este aspecto será levado em consideração para a avaliação da compreensão parcial ou total de um determinado conceito por parte de um determinado aluno. Portanto, a compreensão total, parcial, ou a não compreensão de um aluno acerca de um determinado conceito possui o seguinte referencial:

**(I) Será considerado que um aluno demonstrou compreensão (DC) acerca de um determinado conceito (CO), nos seguintes casos**

(a) Se o referido aluno compartilhou uma determinada proposição conceitual ou conjunto de proposições conceituais que contém o conceito (CO).

(b) Se o referido aluno questionou uma determinada proposição conceitual ou conjunto de proposições conceituais por meio de outra (ou outras) que contém o conceito (CO).

(c) Se o referido aluno defendeu uma determinada proposição conceitual ou conjunto de proposições conceituais que contém o conceito (CO).

(d) Se o referido aluno reformulou uma determinada proposição conceitual ou conjunto de proposições conceituais por outra (ou outras) que contém o conceito (CO).

**(II) Será considerado que um aluno demonstrou compreensão parcial (DCP) acerca de um determinado conceito (CO), nos seguintes casos**

(a) Se o referido aluno compartilhou apenas alguns conceitos básicos constituintes do conceito (CO).

(b) Se o referido aluno questionou uma determinada proposição conceitual ou conjunto de proposições por meio de apenas alguns conceitos básicos constituintes do conceito (CO).

(c) Se o referido aluno defendeu apenas alguns conceitos básicos constituintes do conceito (CO).

(d) Se o referido aluno reformulou apenas alguns conceitos básicos constituintes de uma determinada proposição conceitual ou conjunto de proposições conceituais por apenas alguns outros conceitos básicos constituintes do conceito (CO).

**(III) Será considerado que um aluno não demonstrou compreensão (NDC) acerca de um determinado conceito (CO), nos seguintes casos**

(a) Se o referido aluno não compartilhou uma determinada proposição conceitual ou conjunto de proposições conceituais que contém o conceito (CO).

(b) Se o referido aluno questionou uma determinada proposição conceitual ou conjunto de proposições conceituais que contém o conceito (CO).

(c) Se o referido aluno defendeu uma determinada proposição conceitual ou conjunto de proposições conceituais que não contém o conceito (CO).

(d) Se o referido aluno não reformulou uma determinada proposição conceitual ou conjunto de proposições conceituais por outra (ou outras) que contém o conceito (CO).

Na seqüência, serão apresentados os conceitos tomados como referencial para a avaliação da aprendizagem dos alunos que participaram totalmente ou parcialmente das atividades. Juntamente com os conceitos, serão apresentadas as proposições conceituais que contém o conceito ou parte do conceito (conceito básico) em sua estrutura conceitual. Também será apresentado para cada conceito, um quadro relacionando cada proposição conceitual com as atitudes de compreensão utilizadas pelos alunos em relação à referida proposição conceitual.

Observa-se que à frente de cada proposição conceitual colocaram-se a siglas: H(n), At(M) PF(n) para identificar se a referida proposição conceitual é uma hipótese, ou uma propriedade Física, e que proposição conceitual é esta e a qual atividade ela pertence. Dessa forma: H(n): representa uma hipótese e o número (n) representa que hipótese é esta; PF(n): representa uma propriedade Física e o número (n) representa que propriedade Física é esta; At(M) identifica a que atividade uma determinada proposição conceitual pertence.

### **Principais conceitos trabalhados por meio do curso aplicado ao conjunto de alunos com deficiência visual**

*Conceito (1)- A velocidade é a grandeza que relaciona a distância percorrida com o tempo gasto para percorrer tal distância, da seguinte maneira: A velocidade é diretamente proporcional à distância, e inversamente proporcional ao intervalo de tempo.*

#### **Proposições conceituais que contém parcialmente ou totalmente o conceito (1) ou ainda que se opõem ao referido conceito**

*H(1) At(3): Quanto maior a intensidade da velocidade, menor o intervalo de tempo gasto para percorrer a mesma distância, e quanto menor a intensidade da velocidade, maior o intervalo de tempo gasto para percorrer a mesma distância.*

*PF(1) At(4): Propriedade Física: Velocidade média, relação entre distância percorrida e o tempo gasto para percorrer tal distância.*

*H(6) At(5): Se os veículos estão se movendo em trajetórias perpendiculares, a não ocorrência de colisão depende das intensidades das velocidades do carro e do trem.*

*H(7) At(5): Se os veículos estão se movendo em trajetórias perpendiculares, a não ocorrência de colisão depende da intensidade da velocidade do carro, e da distância que este se encontra do trem.*

*H(8) At(5): Se os veículos estão se movendo em trajetórias perpendiculares, a não ocorrência de colisão depende da intensidade das velocidades dos veículos, e da distância que esses veículos estão do ponto de intersecção de suas trajetórias.*

*H(11) At(5): Se os veículos estão se movendo em trajetórias perpendiculares, a não ocorrência de colisão depende da intensidade das velocidades dos veículos, de suas distâncias ao ponto de intersecção de suas trajetórias, e da intensidade do atrito entre os pneus do carro e o asfalto e as rodas do trem e os trilhos.*

*H(12) At(5): Se os veículos estão se movendo em trajetórias oblíquas, com o ângulo de intersecção pequeno, a ocorrência ou não de colisão depende da dimensão dos veículos, de suas velocidades, e da distância que eles se encontram do ponto de intersecção de suas trajetórias.*

O quadro (6.1) apresenta uma relação entre cada proposição conceitual e as atitudes de compreensão dos alunos.

Quadro (6.1): Relação para o conceito (1) entre as proposições conceituais e as atitudes de compreensão dos alunos.

<b>Proposições conceituais e atitudes de compreensão</b>	<b>Compartilhou</b>	<b>Questionou</b>	<b>Defendeu</b>	<b>Reformulou</b>
H(1) At(3)	Alunos: A, E, F, e I			
PF(1) At(4)	Alunos: A, B, D, E, e F			
H(6) At(5)	Alunos: D			
H(7) At(5)	Alunos: A, e I			
H(8) At(5)	Alunos: A, e G			
H(11) At(5)	Alunos: G			
H(12) At(5)	Alunos: A, G			

Levando-se em consideração os critérios estabelecidos para a avaliação da compreensão de um determinado conceito por parte de um aluno, apresentam-se as seguintes interpretações: Entende-se PF(1) At(4) como uma proposição conceitual que contém o conceito (1), pois, explicita a relação entre o conceito central, Velocidade, com os conceitos básicos, Distância e Tempo; Entende-se H(1) At(3) como uma proposição conceitual que apresenta parcialmente o conceito (1) pois relaciona velocidade com apenas um conceito básico, ou seja, o tempo; Entende-se (H(6), At(5), H(7) At(5), H(8) At(5), H(11) At(5), H(12) At(5)) como proposições conceituais que contém parcialmente o conceito (1), pois, apesar de utilizarem-se do conceito de

velocidade, não explicitam a relação entre o conceito central, Velocidade, com os conceitos básicos, Distância e tempo.

Dessa forma, observando o quadro (6.1) interpreta-se que os alunos: (A), (B), (D), (E), e (F), por compartilharem ao menos da proposição conceitual PF(1) At(4) demonstraram ter compreendido o conceito (1), enquanto que os alunos, (G), e (I), demonstraram ter compreendido parcialmente o conceito (1). Os alunos, (C) e (H) não demonstraram ter compreendido o conceito (1).

*Conceito (2)- A aceleração é a grandeza que relaciona as variações de velocidade com o intervalo de tempo que ocorreu a referida variação, da seguinte maneira: A aceleração é diretamente proporcional à variação de velocidade, e inversamente proporcional ao intervalo de tempo.*

**Proposições conceituais que contém parcialmente ou totalmente o conceito (2) ou ainda que se opõem ao referido conceito**

*H(3) At(3): A aceleração provoca um aumento na velocidade, e a desaceleração provoca uma diminuição na velocidade.*

*PF(2) At(4): Propriedade Física: Aceleração, relação entre variação de velocidade e o intervalo de tempo que ocorreu tal variação.*

*H(1) At(4): A aceleração provoca variações na velocidade.*

*H(2) At(5): Se os veículos estão se movendo em trajetórias não paralelas, a não ocorrência de colisão depende da aceleração do carro.*

*H(5) At(5): Se os veículos estão se movendo em trajetórias perpendiculares, a não ocorrência de colisão depende da intensidade da aceleração do carro, e da distância do carro ao trem.*

O quadro (6.2) apresenta uma relação entre cada proposição conceitual e as atitudes de compreensão dos alunos.

Quadro (6.2): Relação para o conceito (2) entre as proposições conceituais e as atitudes de compreensão dos alunos.

Proposições conceituais e atitudes de compreensão	Compartilhou	Questionou	Defendeu	Reformulou
H(3) At(3)	Alunos: A, B, e E			
PF(2) At(4)	Alunos: A, D, e F			
H(1) At(4)	Alunos: A e B			
H(2) At(5)	Alunos: A			
H(5) At(5)	Alunos: G			

Levando-se em consideração os critérios estabelecidos para a avaliação da compreensão de um determinado aluno sobre um determinado conceito, apresentam-se as seguintes interpretações: Entende-se PF(2) At(4) como uma proposição conceitual que contém o conceito (2), pois, explicita a relação entre o conceito central, Aceleração, com os conceitos básicos, Variação da velocidade e tempo; Entende-se H(3) At(3) como uma proposição conceitual que contém parcialmente o conceito (2), pois, relaciona o conceito central: Aceleração, com apenas um de seus conceitos básicos, ou seja, a velocidade; Entende-se H(1) At(4) como uma proposição conceitual que contém parcialmente o conceito (2), pois, relaciona o conceito central, Aceleração, com apenas um de seus conceitos básicos, ou seja, a velocidade. Entende-se H(2) At(5) como uma proposição conceitual que contém parcialmente o conceito (2), por utilizar-se do conceito de aceleração em uma determinada explicação, sem contudo, relacioná-lo a seus conceitos básicos; Entende-se H(5) at(5) como uma proposição conceitual que contém parcialmente o conceito (2), por utilizar-se do conceito de aceleração em uma determinada explicação, sem contudo, relacioná-lo a seus conceitos básicos.

Dessa forma, observando o quadro (6.2) interpreta-se que os alunos (A), (D), e (F) por compartilharem ao menos a proposição conceitual PF(2) At(4) demonstraram ter compreendido o conceito (2), enquanto que os alunos: (B), (E), e (G) demonstraram ter compreendido parcialmente o conceito (2). Os alunos (C), (H), e (I) não demonstraram ter compreendido o conceito (2).

*Conceito (3)- Um objeto que se move com velocidade constante possui aceleração nula.*

**Proposições conceituais que contém parcialmente ou totalmente o conceito (3) ou ainda que se opõem ao referido conceito**

*H(2) At (4): Se um objeto não estiver acelerando, sua velocidade permanece constante.*

O quadro (6.3) apresenta uma relação entre cada proposição conceitual e as atitudes de compreensão dos alunos.

Quadro (6.3): Relação para o conceito (3) entre as proposições conceituais e as atitudes de compreensão dos alunos.

Proposições conceituais e atitudes de compreensão	Compartilhou	Questionou	Defendeu	Reformulou
H(2) At(4)	Alunos: A, C, F, e E			

Como o conceito (3) é justificado por somente uma proposição conceitual: H(2) At(4), apresenta-se a seguinte interpretação acerca de sua compreensão por parte dos alunos: Interpreta-

se que os alunos (A), (C), (E) e (F) demonstraram ter compreendido o conceito (3), pois compartilharam a proposição conceitual: H(2) At(4). Os alunos (B), (D), (G), (H), e (I) não demonstraram compreensão do conceito (3).

*Conceito (4)- A força de atrito resulta dos encaixes e desencaixes entre as saliências existentes nas superfícies em contato, bem como, do deslizamento entre as referidas superfícies. Sua intensidade depende da intensidade da força normal, do polimento, da natureza dos materiais que constituem as superfícies em contato, e da lubrificação entre as mesmas.*

**Proposições conceituais que contém parcialmente ou totalmente o conceito (4) ou ainda que se opõem ao referido conceito**

*H(1) At(1): O atrito resulta do contato entre duas superfícies. O polimento e as características dos materiais que constituem tais superfícies interferem na intensidade do atrito.*

*H (2) At (1): Produtos como a cera ou a água diminuem o atrito entre duas superfícies.*

*H(3) At(1): Produtos como a cera podem aumentar o atrito entre duas superfícies.*

*H(6) At(1): O peso aumenta o atrito.*

*H(4) At(2): Quanto menor a área de contato, maior o atrito, e por isto o bloco percorre distâncias menores.*

*H(7) At(2): O atrito surge dos encaixes e desencaixes entre as saliências existentes nas superfícies em contato mesmo que estas sejam muito polidas.*

O quadro (6.4) apresenta uma relação entre cada proposição conceitual e as atitudes de compreensão dos alunos.

Quadro (6.4): Relação para o conceito (4) entre as proposições conceituais e as atitudes de compreensão dos alunos.

Proposições conceituais e atitudes de compreensão	Compartilhou	Questionou	Defendeu	Reformulou
H(1) At(1)	Alunos: A, C, D, E, F, G, H, e I			
H(2) At(1)	Alunos: A, C, D, E, G, e H			
H(3) At(1)	Alunos: F	Alunos: C (questionou por meio de H(2) At(1))		
H(6) At(1)	Alunos: E, e F			
H(4) At(2)	Alunos: G			Alunos: A (reformulou pela H(2) At(2))
H(7) At(2)	Alunos: G, e H			

Entende-se que as proposições conceituais: (H(1) At(1), H(2) At(1), H(6) At(1), e H(7) At(2)), contém tanto individualmente quanto coletivamente, parcialmente o conceito (4), pois, não abordam todos os conceitos básicos que constituem o conceito (4). Especificamente, não observou-se uma proposição conceitual que relacionasse explicitamente a força de atrito à força normal. Entende-se que as proposições conceituais: (H(3) At(1)) e (H(4) At(2)) não contém o conceito (4), pois, apresentam conceitos básicos discordantes dos conceitos básicos que constituem o conceito (4), ou seja, tais proposições conceituais contém conceitos como: produtos como a água ou a cera podem aumentar o atrito; e, uma relação conceitual inversa entre área da superfície de um bloco e intensidade do atrito.

Assim, observando o quadro (6.4) e levando-se em conta os critérios estabelecidos para a avaliação da compreensão de um determinado conceito por um determinado aluno, interpreta-se que os alunos (A), (C), (D), (E), (F), (G) (H) e (I) demonstraram ter compreendido parcialmente o conceito (4). Interpreta-se que o aluno (B) não demonstrou ter compreendido o conceito (4).

*Conceito (5)- A força de atrito age sempre no sentido contrário ao do movimento, e por este motivo diminui a velocidade de objetos móveis.*

#### **Proposições conceituais que contém parcialmente ou totalmente o conceito (5) ou ainda que se opõem ao referido conceito**

*H(4) At(1): Um atrito pequeno facilita o movimento de objetos sem rodas.*

*H(5) At (1): Um pequeno atrito dificulta o movimento de objetos sobre rodas.*

*H(2) At(2): A intensidade do polimento das superfícies dos blocos modifica a intensidade do atrito entre o bloco e a superfície de apoio, e portanto, blocos mais polidos por apresentarem menor atrito, percorrerão distâncias maiores.*

*H(5) At(2): Quanto maior a intensidade do atrito, menor a intensidade da velocidade.*

*H(2) At(3): A velocidade do carrinho sobre o plano inclinado aumenta na descida devido ao aumento da aderência ou atrito, e diminui na subida devido à diminuição do atrito ou aderência.*

*H(5) At(3): A velocidade do carrinho sobre o plano inclinado aumenta na descida devido à diminuição do atrito, e diminui na subida devido ao aumento do atrito.*

*H(9) At(5): Se os veículos estão se movendo em trajetórias perpendiculares, a não ocorrência de colisão depende da intensidade do atrito entre os pneus do carro e o asfalto, e da distância entre o carro e o trem.*

*H(11) At(5): Se os veículos estão se movendo em trajetórias perpendiculares, a não ocorrência de colisão depende da intensidade das velocidades dos veículos, de suas distâncias*



ao ponto de intersecção de suas trajetórias, e da intensidade do atrito entre os pneus do carro e o asfalto e as rodas do trem e os trilhos.

O quadro (6.5) apresenta uma relação entre cada proposição conceitual e as atitudes de compreensão dos alunos.

Quadro (6.5): Relação para o conceito (5) entre as proposições conceituais e as atitudes de compreensão dos alunos.

Proposições conceituais e atitudes de compreensão	Compartilhou	Questionou	Defendeu	Reformulou
H(4) At(1)	Alunos: A, E, G, e H	Alunos: F (questionou por meio de H(5) At(1))		
H(5) At(1)	Alunos: A, B, C, G, H, e I		Alunos: F	
H(2) At(2)	Alunos: A, e F			
H(5) At(2)	Alunos: A, B, F, e I		Alunos: A, e G por meio de H(5) At(2)	
H(2) At(3)	Alunos: B, E, e I	Alunos: A por meio de H(4) At(3)		Alunos: B, e I pela H(6) At(3), e E pela H(5) At(3)
H(5) At(3)	Alunos: A, e E	Alunos: I por meio de H(2) At(3)	Alunos: E por meio de H(6) At(3)	Alunos: A, e E por H(6) At(3)
H(9) At(5)	Alunos: A			
H(11) At(5)	Alunos: G			

Entende-se que as proposições conceituais (H(4) At(1), H(5) At(1), H(2) At(2), H(5) At(2), e H(5) At(3)), contém o conceito (5), pois, apresentam de forma implícita ou explícita uma relação inversamente proporcional entre intensidade do atrito e mobilidade do objeto móvel. Entende-se que as proposições conceituais: H(9) At(5), e H(11) At(5), contém parcialmente o conceito (5), pois, utilizam os efeitos do atrito na velocidade de um objeto de maneira não muito clara na explicação de um determinado evento. Dessa forma, não fica evidente que o aluno que utilizou apenas as referidas proposições conceituais tenha compreendido totalmente o conceito (5). Entende-se que a proposição conceitual (H(2) At(3)), não contém o conceito (5) pois, apresenta uma relação de proporcionalidade direta entre intensidade do atrito e mobilidade de um objeto móvel.

Assim, observando o quadro (6.5) e levando-se em conta os critérios estabelecidos para a avaliação da compreensão de um determinado conceito por um determinado aluno, interpreta-se que os alunos (A), (B), (C), (E), (F), (G), (H), e (I) demonstraram ter compreendido o conceito (5). Interpreta-se que o aluno (D) não demonstrou compreensão acerca do conceito (5).

*Conceito (6)- A terra por meio de seu campo gravitacional, exerce mesmo à distância, força nos objetos. Dessa forma, a gravidade acelera objetos cadentes, e desacelera objetos ascendentes.*

**Proposições conceituais que contêm parcialmente ou totalmente o conceito (6) ou ainda que se opõem ao referido conceito**

*H(6) At(3): A velocidade do carrinho aumenta na descida e diminui na subida devido à ação da gravidade que atrai as coisas para baixo.*

*H(7) At(3): Não existe a atração gravitacional. Se existisse, objetos como aviões ou bexigas cairiam.*

*H(12) At(3): Uma nave em órbita ao mesmo tempo que é atraída pela gravidade, possui uma velocidade de escape da Terra, e esses dois fatores a fazem girar.*

O quadro (6.6) apresenta uma relação entre cada proposição conceitual e as atitudes de compreensão dos alunos.

Quadro (6.6): Relação para o conceito (6) entre as proposições conceituais e as atitudes de compreensão dos alunos.

<b>Proposições conceituais e atitudes de compreensão</b>	<b>Compartilhou</b>	<b>Questionou</b>	<b>Defendeu</b>	<b>Reformulou</b>
H(6) At(3)	Alunos: A, B, E, e I	Alunos: F por meio de H(7) At(3)		
H(7) At(3)	Alunos: F			
H(12) At(3)	Alunos: A	Alunos: A, e I, F por meio de H(7) At(3)		

Entende-se que a proposição conceitual H(6) At(3) contém o conceito (6), pois, apresenta em sua estrutura relações entre a gravidade e o fenômeno de ação à distância, bem como, entre a gravidade e a aceleração de objetos móveis. Entende-se que a proposição conceitual H(12) At(3) contém parcialmente o conceito (6), pois, contém em sua estrutura apenas o conceito básico de ação à distância. Entende-se que a proposição conceitual H(7) At(3) não contém o conceito (6), pois, apresenta um conceito oposto ao contido no conceito (6).

Dessa forma, observando o quadro (6.6) e levando-se em conta os critérios estabelecidos para a avaliação da compreensão de um determinado aluno acerca de um determinado conceito, interpreta-se que os alunos (A), (B), (E), e (I) demonstraram ter compreendido o conceito (6).

Interpreta-se que os alunos (C), (D), (F), (G), e (H) não demonstraram ter compreendido o conceito (6).

Observa-se que a proposição conceitual H(11) At(5) foi enquadrada a dois conceitos (conceito (1) e conceito (5)), já que a referida proposição aborda conceitos básicos relacionados aos dois conceitos, ou seja, aborda parcialmente o conceito de velocidade (conceito (1)) e a influência da força de atrito para a mobilidade de um objeto móvel (conceito (5)). Observa-se também que algumas proposições conceituais não foram enquadradas ao conjunto de seis conceitos já apresentados. Tais proposições conceituais representam conceitos que apesar de terem sido trabalhados pelas atividades, não foram utilizados para justificar os conceitos definidos como centrais para os objetivos da investigação aqui apresentada.

Retomando e objetivando responder o problema central que caracteriza esta pesquisa: “Alunos com deficiência visual que participam das atividades desenvolvidas, aprendem os conteúdos trabalhados? Qual é a qualidade dessa aprendizagem?” Apresenta-se um quadro sintético (quadro (6.7)) quadro este que indica a relação entre cada conceito e a compreensão de cada aluno acerca dos seis conceitos anteriormente expostos.

De acordo com as análises apresentadas, a aprendizagem de cada aluno foi avaliada por meio da compreensão demonstrada ou não por esse aluno frente a um determinado conceito. O quadro (6.7) mostra a relação entre os referidos conceitos e a aprendizagem de cada aluno, relação esta representada da seguinte maneira: Demonstrou compreensão acerca de um determinado conceito (DC); Demonstrou compreensão parcial acerca de um determinado conceito (DCP); Não demonstrou compreensão acerca de um determinado conceito (NDC).

Quadro (6.7): Quadro avaliativo sintético da qualidade da aprendizagem dos alunos acerca dos seis conceitos principais.

<b>Alunos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>G</b>	<b>H</b>	<b>I</b>
<b>Conceitos</b>									
CONCEITO (1)	DC	DC	NDC	DC	DC	DC	DCP	NDC	DCP
CONCEITO (2)	DC	DCP	NDC	DC	DCP	DC	DCP	NDC	NDC
CONCEITO (3)	DC	NDC	DC	NDC	DC	DC	NDC	NDC	NDC
CONCEITO (4)	DCP	NDC	DCP	DCP	DCP	DCP	DCP	DCP	DCP
CONCEITO (5)	DC	DC	DC	NDC	DC	DC	DC	DC	DC
CONCEITO (6)	DC	DC	NDC	NDC	DC	NDC	NDC	NDC	DC

Analisando o quadro (6.7) apresenta-se uma avaliação individual acerca da aprendizagem de cada aluno, bem como, da qualidade de tal aprendizagem. Observa-se que a qualidade da aprendizagem de um determinado aluno será avaliada por meio de um critério subjetivo de avaliação, ou seja, por meio de um parecer interpretativo efetuado a partir de uma análise da

aprendizagem demonstrada pelo discente acerca dos seis conceitos. Dessa forma, definiram-se três níveis de qualidade de aprendizagem: (a) O aluno demonstrou uma ótima compreensão dos seis conceitos; (b) O aluno demonstrou uma boa compreensão dos seis conceitos; (c) O aluno demonstrou uma regular compreensão dos seis conceitos. A avaliação da aprendizagem de cada aluno encontra-se na seqüência.

**Aluno (A):** Demonstrou compreensão acerca dos conceitos (1), (2), (3), (5) e (6), e demonstrou compreensão parcial acerca do conceito (4). Dessa forma, entende-se que o aluno (A) demonstrou ter compreendido os conceitos de velocidade, aceleração, a relação entre velocidade constante e aceleração nula, a relação entre força de atrito e diminuição da velocidade, bem como, o conceito gravitacional de ação à distância, e os efeitos do campo gravitacional nos objetos. O referido aluno também demonstrou compreensão parcial do conceito de força de atrito, parcialidade esta que se refere à não observação da compreensão da relação entre força de atrito e força normal, e da não observação da compreensão da independência entre a força de atrito e as dimensões da área de contato de um objeto.

Observa-se que o referido aluno compareceu a todas as atividades, mostrando-se muito participativo em todos os seus momentos. Assim, a partir da referida análise, interpreta-se que o aluno (A) demonstrou uma ótima compreensão acerca dos seis conceitos.

**Aluno (B):** Demonstrou compreensão dos conceitos (1), (5) e (6), demonstrou compreensão parcial do conceito (2), e não demonstrou compreensão dos conceitos (3) e (4). Dessa forma, entende-se que o aluno (B) demonstrou compreensão acerca do conceito de velocidade, do conceito gravitacional de ação à distância e dos efeitos do campo gravitacional nos objetos, assim como, da relação entre força de atrito e diminuição da velocidade. Entende-se também que o referido aluno demonstrou compreensão parcial do conceito de aceleração, e não demonstrou compreensão da relação entre velocidade constante e aceleração nula, bem como, do conceito de força de atrito. Há aqui uma aparente contradição no fato do aluno (B) ter demonstrado compreensão acerca da relação entre força de atrito e diminuição da velocidade, e não ter demonstrado compreensão do conceito de força de atrito. A partir da referida contradição, pode-se perguntar: Como um aluno pôde ter compreendido uma relação entre dois conceitos básicos (atrito e velocidade) e não ter compreendido um desses conceitos básicos? Acredita-se que a resposta a tal questão possa se fundamentar em duas argumentações:

a) O fato do aluno (B) não ter demonstrado compreensão acerca do conceito de força de atrito, não significa que ele não tenha compreendido o referido conceito, ou seja, ele apenas não demonstrou a referida compreensão. Dessa forma, ele mesmo sem ter demonstrado, pode ter compreendido o referido conceito, e sendo assim, a contradição deixa de existir.

b) A estrutura conceitual de ambos os conceitos (conceito (4) e conceito (5)) permite ao aluno (B) não ter compreendido um conceito acerca da natureza da força de atrito, e ter compreendido um conceito que aborda os efeitos da referida força na mobilidade de um objeto.

Particularmente, entende-se que as duas argumentações possam ser verdadeiras.

Observa-se que o referido aluno compareceu a todas as atividades, e mostrou-se pouco participativo durante a realização das mesmas. Assim, a partir da análise efetuada, interpreta-se que o aluno (B) demonstrou uma boa compreensão acerca dos seis conceitos.

**Aluno (C):** Demonstrou compreensão dos conceitos (3) e (5), demonstrou compreensão parcial do conceito (4), e não demonstrou compreensão dos conceitos (1), (2) e (6). Dessa forma, entende-se que o aluno (C) demonstrou ter compreendido as relações entre velocidade constante e aceleração nula, e entre força de atrito e diminuição da velocidade, além de ter demonstrado compreensão parcial do conceito de força de atrito. Observa-se que o aluno (C) não demonstrou ter compreendido os conceitos de velocidade e aceleração, bem como, o conceito gravitacional de ação à distância, e os efeitos do campo gravitacional nos objetos. Acerca da compreensão apresentada pelo aluno (C), cabe a seguinte análise:

Em primeiro lugar, destaca-se a aparente contradição entre o fato do aluno (C) não ter demonstrado compreensão dos conceitos de velocidade e aceleração, e ter demonstrado compreensão acerca das relações entre velocidade constante e aceleração nula, e entre força de atrito e diminuição da velocidade. Tal contradição pode estar fundamentada nos seguintes argumentos:

a) O referido aluno, apesar de não ter demonstrado compreensão acerca dos conceitos (1) e (2), pode sem ter demonstrado, tê-los compreendido, e neste caso, a contradição desaparece.

b) O referido aluno, não tinha uma compreensão total dos conceitos de velocidade e aceleração, e sim uma compreensão parcial não demonstrada acerca desses conceitos, compreensão esta suficiente para a demonstração da compreensão dos conceitos (3) e (5).

Particularmente, entende-se que as duas argumentações possam ser verdadeiras.

Em segundo lugar, destaca-se a parcialidade da compreensão demonstrada pelo aluno (C) acerca do conceito de força de atrito. Tal parcialidade se refere à não observação da compreensão da relação entre força de atrito e força normal, e da não observação da compreensão da independência entre a força de atrito e as dimensões da área de contato de um objeto.

Observa-se que o referido aluno compareceu às atividades (1), (2) e (4), mostrou-se pouco participativo Durante a realização das mesmas, e deixou de comparecer às atividades (3) e (5). Neste sentido, supõe-se que uma das explicações para o fato do aluno (C) não ter demonstrado compreensão explícita acerca dos conceitos de velocidade e aceleração, possa se justificar por meio de sua ausência de uma atividade chave, na qual os referidos conceitos foram trabalhados, ou seja, a atividade (3). Observa-se também, que o referido aluno não demonstrou compreensão do conceito gravitacional de ação à distância, conceito este também trabalhado na referida atividade. Assim, a partir da análise efetuada, interpreta-se que o aluno (C) demonstrou uma regular compreensão acerca dos seis conceitos.

**Aluno (D):** Demonstrou compreensão dos conceitos (1) e (2), demonstrou compreensão parcial do conceito (4) e não demonstrou compreensão dos conceitos (3) (5) e (6). Dessa forma,

entende-se que o aluno (D) demonstrou compreensão acerca dos conceitos de velocidade e aceleração, bem como, demonstrou compreensão parcial do conceito de força de atrito, parcialidade esta que se refere à não observação da compreensão da relação entre força de atrito e força normal, e da não observação da compreensão da independência entre a força de atrito e a as dimensões da área de contato de um objeto. Entende-se também que o referido aluno não demonstrou compreensão do conceito gravitacional de ação à distância e dos efeitos do campo gravitacional nos objetos, assim como, das relações entre força de atrito e diminuição da velocidade, e entre velocidade constante e aceleração nula.

Observa-se que o referido aluno compareceu às atividades (1), (2), (4) e (5), mostrou-se pouco participativo durante a realização das mesmas, e deixou de comparecer à atividade (3). Neste sentido, supõe-se que uma das explicações para o fato do aluno (D) não ter demonstrado compreensão acerca do conceito gravitacional de ação à distância, possa se justificar por meio de sua ausência da atividade (3), na qual o referido conceito foi trabalhado. Assim, a partir da análise efetuada, interpreta-se que o aluno (D) demonstrou uma regular compreensão acerca dos seis conceitos.

**Aluno (E):** Demonstrou compreensão dos conceitos (1), (3), (5) e (6), e demonstrou compreensão parcial dos conceitos (2) e (4). Dessa forma, entende-se que o aluno (E) demonstrou compreensão acerca do conceito de velocidade, do conceito gravitacional de ação à distância e dos efeitos do campo gravitacional nos objetos, e demonstrou compreensão das relações entre força de atrito e diminuição da velocidade, e entre velocidade constante e aceleração nula. Entende-se também que o referido aluno demonstrou compreensão parcial do conceito de aceleração, e do conceito de força de atrito. A parcialidade da compreensão do aluno (E) acerca do conceito de força de atrito deve-se à não observação da compreensão da relação entre força de atrito e força normal, e da não observação da compreensão da independência entre a força de atrito e as dimensões da área de contato de um objeto.

Observa-se que o referido aluno compareceu às atividades (1), (3) e (4), mostrou-se muito participativo durante a realização das mesmas, e deixou de comparecer às atividades (2) e (5). Assim, a partir da análise efetuada, interpreta-se que o aluno (E) demonstrou uma ótima compreensão acerca dos seis conceitos.

**Aluno (F):** Demonstrou compreensão acerca dos conceitos (1), (2), (3) e (5), demonstrou compreensão parcial acerca do conceito (4), e não demonstrou compreensão acerca do conceito (6). Dessa forma, entende-se que o aluno (F) demonstrou compreensão acerca dos conceitos de velocidade e aceleração, bem como, das relações entre força de atrito e diminuição da velocidade, e entre velocidade constante e aceleração nula. Entende-se também que o referido aluno demonstrou compreensão parcial do conceito de força de atrito. A parcialidade da compreensão do aluno (F) acerca do conceito de força de atrito deve-se à não observação da compreensão da relação entre força de atrito e força normal, e da não observação da compreensão da independência entre a força de atrito e a as dimensões da área de contato de um objeto. Entende-

se por fim que o aluno (F) não demonstrou compreensão acerca do conceito gravitacional de ação à distância e dos efeitos do campo gravitacional nos objetos.

Observa-se que o aluno (F) compareceu às atividades (1), (2), (3) e (4), mostrou-se muito participativo durante a realização das mesmas, e deixou de comparecer à atividade (5). Assim, a partir da análise efetuada, interpreta-se que o aluno (F) demonstrou uma ótima compreensão acerca dos seis conceitos.

**Aluno (G):** Demonstrou compreensão do conceito (5), demonstrou compreensão parcial dos conceitos (1), (2) e (4), e não demonstrou compreensão dos conceitos (3) e (6). Dessa forma, entende-se que o aluno (G) demonstrou compreensão acerca da relação entre força de atrito e diminuição da velocidade, e demonstrou compreensão parcial dos conceitos de velocidade e aceleração, bem como, do conceito de força de atrito. A parcialidade da compreensão do aluno (G) acerca do conceito de força de atrito deve-se à não observação da compreensão da relação entre força de atrito e força normal, e da não observação da compreensão da independência entre a força de atrito e a as dimensões da área de contato de um objeto. Entende-se também que o referido aluno não demonstrou compreensão acerca do conceito gravitacional de ação à distância e dos efeitos do campo gravitacional nos objetos, e não demonstrou compreensão da relação entre velocidade constante e aceleração nula.

Observa-se que o aluno (G) compareceu às atividades (1), (2), (3) e (5), mostrou-se muito participativo durante a realização das mesmas, e deixou de comparecer à atividade (4). Assim, a partir da análise efetuada, interpreta-se que o aluno (G) demonstrou uma boa compreensão acerca dos seis conceitos.

**Aluno (H):** Demonstrou compreensão do conceito (5), demonstrou compreensão parcial do conceito (4), e não demonstrou compreensão dos conceitos (1), (2), (3) e (6). Dessa forma, entende-se que o aluno (H) demonstrou compreensão acerca da relação entre força de atrito e diminuição da velocidade, e demonstrou compreensão parcial do conceito de força de atrito. A parcialidade da compreensão do aluno (H) acerca do conceito de força de atrito deve-se à não observação da compreensão da relação entre força de atrito e força normal, e da não observação da compreensão da independência entre a força de atrito e a as dimensões da área de contato de um objeto. Entende-se também que o aluno (H) não demonstrou compreensão dos conceitos de velocidade e aceleração, bem como, do conceito gravitacional de ação à distância e dos efeitos do campo gravitacional nos objetos, e não demonstrou compreensão da relação entre velocidade constante e aceleração nula.

Observa-se que o aluno (H) compareceu às atividades (1) e (2), mostrou-se muito participativo durante a realização das mesmas, e deixou de comparecer às atividades (3), (4) e (5). Este fato foi determinante para que o aluno (H) demonstrasse compreensão somente de conceitos trabalhados nas atividades que participou, ou seja, as atividades (1) e (2). Assim, a partir da análise efetuada, interpreta-se que o aluno (H) demonstrou uma regular compreensão acerca dos seis conceitos.

**Aluno (I):** Demonstrou compreensão dos conceitos (5) e (6), demonstrou compreensão parcial dos conceitos (1) e (4) e não demonstrou compreensão dos conceitos (2) e (3). Dessa forma, entende-se que o aluno (I) demonstrou compreensão acerca do conceito gravitacional de ação à distância e dos efeitos do campo gravitacional nos objetos, e demonstrou compreensão da relação entre força de atrito e diminuição da velocidade. Entende-se também que o aluno (I) demonstrou compreensão parcial do conceito de velocidade, e do conceito de força de atrito. A parcialidade da compreensão do aluno (I) acerca do conceito de força de atrito deve-se à não observação da compreensão da relação entre força de atrito e força normal, e da não observação da compreensão da independência entre a força de atrito e a as dimensões da área de contato de um objeto. Entende-se por fim que o aluno (I) não demonstrou compreensão do conceito de aceleração, bem como, da relação entre velocidade constante e aceleração nula.

Observa-se que o referido aluno compareceu a todas as atividades, mostrando-se pouco participativo em todos os seus momentos. Assim, a partir da análise efetuada, interpreta-se que o aluno (I) demonstrou uma boa compreensão acerca dos seis conceitos.

Portanto, respondendo o problema central da presente tese de doutorado, conclui-se que por meio das atividades de ensino de Física e dos materiais didáticos desenvolvidos e que foram estruturados sobre cinco pilares, a saber: (1) O de proporcionar condições para que o aluno observasse o fenômeno estudado; (2) O de proporcionar condições para que o aluno realizasse análises dos fenômenos estudados; (3) O de proporcionar condições para que o aluno elaborasse estratégias e hipóteses para a resolução dos problemas estudados; (4) O de proporcionar condições para que o aluno confrontasse seus modelos com o de outros e com o científico; e (5) O de proporcionar condições para que o aluno tomasse decisões, existe uma grande possibilidade de que alunos com deficiência visual aprendam com qualidade conteúdos de Física. Nesta perspectiva, retira-se da deficiência visual, possíveis fatores condicionantes ou limitantes de aprendizagem de conteúdos de Física, atribuindo-se os mesmos, às condições de ensino.





## CONCLUSÃO

Apresentou-se neste trabalho a análise da aplicação de um conjunto de atividades de ensino de Física desenvolvidas para alunos com deficiência visual. Como descrito, o conteúdo de tais atividades abordou o conceito de aceleração, bem como, a relação entre tal conceito e os de velocidade, atrito, e gravidade. Dessa forma, buscou-se compreender se os alunos com deficiência visual que participaram das atividades desenvolvidas, aprenderam os conteúdos trabalhados.

Antes, contudo, da apresentação da elaboração das atividades e dos resultados obtidos, procurou-se por meio da análise da relação “conhecer x ver” estabelecida na primeira parte do capítulo (1) desmistificar a deficiência visual (Vigotski, 1997; Leontiev, 1988), já que a referida relação quando compreendida como condição uma da outra pode em ambientes sociais como o da escola, representar uma barreira para a aprendizagem do aluno com deficiência visual (Camargo e Silva 2004 (a); Mantoan, 2002 e 1998; Masini, 2002, 1994 e 1990). Discutiu-se também no mesmo capítulo por meio da abordagem “conhecer sem ver” a influência da audição e do tato para a compreensão por parte de um indivíduo de sua realidade física, e dessa forma, a possibilidade de se considerar percepções não visuais para a estruturação do ensino de Física de alunos com deficiência visual (Camargo et. al. 2000; Johnson, 1987; Merleau-Ponty, 1975). Tais reflexões contribuíram para a elaboração da categoria de análise “observação” categoria esta apresentada no capítulo (4) e que visou avaliar se os materiais desenvolvidos e utilizados nas atividades proporcionaram condições para que os alunos com deficiência visual observassem os fenômenos estudados, observação esta intimamente ligada com a intencionalidade da aprendizagem (Moreira, 1999). Na segunda parte do capítulo (1) abordou-se a distinção semântica entre os conceitos de deficiência, incapacidade e desvantagem, procurando a partir da mesma, dicotomizar a relação entre deficiência e ineficiência, assim como estabelecer um referencial para a designação de um indivíduo com deficiência (Amiralian, et. al. 2000; Zola, 1993; Chamie, 1990). Dessa forma, apresentou-se no capítulo (1) a desmistificação e uma melhor compreensão do fenômeno “deficiência visual”, aspectos estes que foram relacionados a um dos elementos de análise (elemento observação).

No capítulo (2) enfocaram-se brevemente as etapas constituintes da evolução do campo de conhecimento: “ensino de Física”, etapas estas que em linhas gerais podem ser relacionadas ao ensino tradicional, ao ensino por descobertas e ao construtivismo (Pozo, 1999; Dushl, 1995; Duschl e Gitomer, 1991; Castelo Branco, 1991; Glaser e Bassok 1989; Gil 1983; Ausubel 1978). No contexto apresentado, refletiu-se acerca das limitações para a obtenção de um genuíno local de ensino-aprendizagem (Bauersfeld 1988) provenientes de referenciais educativos que desconsideram o conhecimento prévio do aprendiz, e dessa forma, por meio da análise dos temas: Conhecimentos prévios (Eckstein e Shemesh, 1993), mudança conceitual (Posner et. al. 1982),

reestruturação conceitual (Gunstone et. al. 1988; McDermott, 1991; Scott, 1993), superação do modelo de mudança conceitual (Pozo 1999; Hewson 1989), posicionou-se sobre o referencial educativo no qual as atividades foram estruturadas.

No capítulo (3) apresentaram-se as atividades, os materiais que as constituem, bem como, a maneira com que as mesmas foram elaboradas e estruturadas. Embasada em pressupostos construtivistas (Peres et. al. 1999; Wheatley (1991), e visando proporcionar aos alunos com deficiência visual as condições para a observação do fenômeno estudado (Masini 2002; Camargo et. al. 2001). para a realização de análises qualitativas e quantitativas e para a elaboração de estratégias e hipóteses, a estrutura das atividades procurou articular três componentes práticos: tarefas, grupos e debates (Wheatley, op. cit.), e três elementos de estrutura: Interação com o objeto de estudo, Resolução de problemas e Confronto de modelos (Peres et. Al. Op. cit.). O processo prático de condução das atividades obedeceu a seguinte sistemática: Inicialmente, apresentou-se aos alunos uma tarefa que constituiu-se na observação de um fenômeno e na reflexão de um problema relacionado a tal fenômeno (interação com o objeto de estudo). Em seguida, os alunos em pequenos grupos, trabalharam na realização destas tarefas (resolução de problemas). Por fim, a classe toda se reuniu para um debate, e os grupos de alunos apresentaram para seus colegas e para o professor, as soluções que obtiveram para o problema que foi trabalhado (confronto de modelos). Destaca-se, portanto, que os capítulos (1) e (2) constituíram-se em fundamento para a estruturação (capítulo-3) e aplicação (capítulo-5) das atividades, pois, evidenciaram a possibilidade de uma abordagem não visual para o conceito de observação (capítulo-1), bem como, um referencial educativo que contempla aspectos como: conhecimentos prévios, interpretações, debates, diferentes possibilidades de respostas, respeito às diferenças, entre outros (capítulo-2 e capítulo-3).

O capítulo (4) abordou a metodologia da pesquisa, uma reflexão sobre análise de conteúdo (Bardin 1977), algumas características dos alunos com deficiência visual, bem como, as categorias utilizadas para a análise das atividades.

Em relação à metodologia, a abordagem de pesquisa conhecida como pesquisa quase-experimental (Selltiz et. al. 1987), atendeu às necessidades da pesquisa aqui exposta, em relação à sua efetiva realização, pois, a mesma, tratou-se de uma pesquisa qualitativa (Ludke e André, 1986; Morales e Moreno 1993) orientada por um caráter quase-experimental, a julgar pela análise dos efeitos de aprendizagem produzidos devido à aplicação de um conjunto de atividades de ensino de Física em um grupo de alunos com deficiência visual não distribuídos aleatoriamente pelas diferentes condições (Selltiz et. al. op. cit.).

Como as informações acerca do fenômeno educativo observado surgiram em um contexto dinâmico de relações, a obtenção de informações por meio de gravações sonoras e visuais e anotações feitas pelo pesquisador, revelou o caráter descritivo dos dados coletados, e se mostrou muito útil para sua análise, que possuiu um aspecto nitidamente qualitativo, centrada nas qualidades das falas e dos processos que os alunos apresentaram e foram submetidos (Bogdan e Biklen 1994), e que se fundamentou em três referenciais: Relação entre aprendizagem e

intencionalidade do aprendiz, A compreensão de aprendizagem como um subproduto de um processo educativo, e A compreensão das funções docentes como funções facilitadoras da aprendizagem (Santos 1998; Wheatley 1991; Bauersfeld 1988; Doyle 1979). Os referenciais considerados, em articulação entre os critérios estabelecidos por Bardin (1977) as discussões acerca da deficiência visual (capítulo-1), e dos modelos de ensino-aprendizagem (capítulo-2 e capítulo-3) influenciaram a elaboração de três categorias para a análise da aplicação das atividades: Categoria observação, Categoria compreensão e Categoria mediação. A categoria observação visou analisar se as atividades proporcionavam condições para que os alunos observassem os fenômenos estudados, e por consequência, motivassem-se a aprender conceitos relacionados a tais fenômenos (Doyle 1979). A categoria compreensão Visou analisar se as atividades proporcionavam condições para que os alunos participassem de um ambiente de aprendizagem e por consequência aprendessem conceitos estudados em tal ambiente (Bauersfeld 1988). A categoria mediação visou analisar se a mediação das atividades pelo professor facilitava a participação dos alunos no referido ambiente de aprendizagem (Santos 1998).

No capítulo (5) analisou-se a aplicação das atividades, bem como, a aprendizagem dos alunos participantes das mesmas (Moreira, 1999; Wheatley, 1991; Soares, 1981; Ausubel, 1963). As atividades eram as seguintes: (1) Vivência do atrito, parte A - Observação e contextualização do fenômeno; (2) Vivência do atrito, parte B - O atrito e o conceito de desaceleração; (3) O estudo qualitativo da aceleração por meio de um plano inclinado; (4) Queda dos objetos - Análises qualitativas e quantitativas; (5) Problemas abertos - Posição de encontro. O conjunto de atividades objetivou trabalhar o fenômeno da aceleração tendo como pano de fundo dois fatores causadores do referido fenômeno, o atrito e a gravidade. A ordem de aplicação das atividades obedeceu ao seguinte critério: (a) A contextualização do fenômeno estudado; (b) O aprofundamento do fenômeno estudado; (c) A aplicação dos conceitos trabalhados em um problema aberto. Nesta perspectiva, as atividades (1) e (3) objetivaram contextualizar os fenômenos do atrito e da gravidade, enquanto que as atividades (2) e (4) objetivaram o aprofundamento dos referidos temas. A atividade (5) por sua vez, objetivou por meio da discussão de um problema aberto, fazer uma retomada geral dos temas trabalhados nas atividades anteriores.

Considerando o fato de que a primeira atividade objetivou contextualizar o fenômeno do atrito para que uma discussão mais aprofundada acerca do referido tema pudesse ser estabelecida na atividade (2) organizou-se a atividade (1) em torno de três momentos: a) Momento de interação com o fenômeno estudado; (b) Momento de propostas e de discussão de situações problemas; (c) Momento de apresentação de modelos, sínteses e conclusões. Nesses momentos, os alunos tiveram a oportunidade de tocar vários tipos de materiais, descrever suas observações, relacionar suas observações a situações cotidianas, propor problemas, apresentar hipóteses para a solução desses problemas, bem como, de ouvir explicações docentes e textos falados.

O momento de interação mostrou-se adequado para o estabelecimento de um contato inicial entre os alunos e algumas propriedades do atrito, contato este que facilitou aos mesmos a

apresentação de eventos cotidianos, de hipóteses explicativas de problemas que surgiram devido aos referidos eventos e que foram discutidos no momento de propostas e de discussão de situações problemas, além de proporcionar ao professor, condições para o aprofundamento do tema que se deu no momento de apresentação de modelos, sínteses e conclusões (Camargo e Silva, 2004 (b)).

Destacam-se na atividade (1) o enfoque dado à relação entre força de atrito, força normal e interações perpendiculares e paralelas, interações estas, abordadas por meio das metáforas “tapa” e “carinho”, bem como, a maneira com que o professor procedeu a explicação da referida relação, ou seja, circulando atenciosamente entre os alunos a fim de observar suas dúvidas, atendendo-os particularmente tocando em suas mãos e emitindo ruídos sonoros. Procedimentos docentes como os destacados em conjunto com a utilização de metáforas não visuais como as apresentadas mostraram-se fundamentais à contextualização do estudo do fenômeno do atrito, pois, fizeram com que os alunos com deficiência visual não se encontrassem inseridos em um ambiente de ensino-aprendizagem de Física desmotivante por ser descontextualizado sobre o referencial da observação do fenômeno estudado.

O desenvolvimento prático da atividade (2), fundamentou-se em quatro momentos: (a) Momento de experimentação; (b) Momento de discussão de problemas; (c) Momento de exposição de modelos; (d) Momento de avaliação. Ocorrendo simultaneamente, os momentos de experimentação e de discussão de problemas, motivaram os alunos a interagirem com os materiais desenvolvidos para a atividade (2), bem como, para debaterem relações como as seguintes: relação entre o atrito e o peso, entre o atrito e a área de contato, e entre o atrito e a aceleração. Neste contexto, os referidos momentos mostraram-se eficazes sob o ponto de vista da realização de experimentos, da concentração, do interesse, da comunicação entre os alunos e da promoção de debates. No momento de exposição de modelos o professor utilizando-se dos materiais da atividade (2) e do texto falado, expôs aos alunos os modelos de Coulomb e eletromagnético para o fenômeno do atrito, e relacionou o referido fenômeno ao da aceleração.

Um fato a ser destacado refere-se à retomada estabelecida pelo professor no início da atividade (2) acerca da discussão dos conceitos de “força normal” e “força de atrito”, conceitos estes trabalhados no final da atividade (1) com o auxílio do material desenvolvido para representar retas normais a uma superfície e retas paralelas, o professor tocando nas mãos dos alunos, explicou-lhes novamente o conceito de “reta normal” e “retas paralelas”, relacionando o primeiro ao conceito de “força normal” e o segundo ao de “força de atrito”. Esta retomada facilitou a explicação posterior apresentada pelo professor sobre as relações entre força de atrito e força normal e força de atrito e dimensões da área de contato. Portanto, por meio dos textos falados apresentados nas atividades (1) e (2) da contextualização do fenômeno do atrito realizada na atividade (1), e dos materiais desenvolvidos para a atividade (2), os alunos conseguiram refletir acerca dos conceitos de reta normal e retas paralelas, o que permitiu ao professor o estabelecimento de relações entre os conceitos apresentados e o de força de atrito.

A atividade (2) foi encerrada por ocasião do momento de avaliação. No referido momento, o professor ligou o toca CD na questão avaliação aberta da atividade (2), e permitiu que os alunos refletissem por um certo tempo sobre ela. Um fato interessante relacionado ao momento de avaliação verificado ao final da aplicação da atividade (3), foi a retomada da discussão da questão avaliação da atividade (2) por sugestão de um dos alunos. Isto indica que os alunos permaneceram refletindo em momentos externos aos das atividades sobre a questão avaliação da atividade (2) tanto que um dos alunos externou seu desejo de retomar sua discussão, algo que foi prontamente atendido pelos outros.

Portanto, as atividades (1) e (2) proporcionaram as condições para que os alunos com deficiência visual estabelecessem discussões reflexivas acerca da relação entre os fenômenos do atrito e da aceleração. Os materiais desenvolvidos para essas atividades mostraram-se eficazes para a realização de observações não visuais, o que foi de fundamental importância para a contextualização dos fenômenos do atrito e da aceleração, para a motivação dos alunos, e para que o professor estabelecesse explicações orais e táteis acerca dos referidos fenômenos.

O desenvolvimento prático da atividade (3) tal qual o da atividade (2) fundamentou-se em quatro momentos: (a) Momento de experimentação; (b) Momento de discussão de problemas; (c) Momento de exposição de modelos; (d) Momento de avaliação. Em relação à observação do fenômeno e à motivação para sua discussão (momentos (a) e (b)), os momentos reservados para a realização das referidas ações, mostraram-se eficazes, já que, o referencial sonoro fornecido pelo artefato para o movimento do carrinho sobre o plano inclinado, proporcionou aos alunos as condições para que o fenômeno gravitacional pudesse ser observado auditivamente e discutido.

No momento de exposição de modelos, o professor, com o auxílio de um equipamento de referencial observacional tátil (ímãs) e de um texto falado, apresentou aos alunos o modelo gravitacional. Um outro momento denominado momento de avaliação, encerrou a atividade (3). Neste momento, o professor após ter apresentado a questão avaliação aberta da referida atividade, permitiu que os alunos refletissem por um certo tempo sobre ela. Destacam-se nos momentos considerados o surgimento espontâneo entre os alunos de novos debates acerca de questões que despertavam neles interesse, e o fato do professor ter organizado o referido debate para que as argumentações dos alunos pudessem ser ouvidas e questionadas. Retomando o que já havia sido discutido por ocasião da apresentação da atividade (3), as questões trabalhadas despertavam nos alunos curiosidades que geravam problemas intermináveis. O professor na medida do possível tentava dar as explicações às questões que surgiam, como também, fechar os assuntos, mas os alunos propunham outros problemas para serem discutidos. As conclusões atingidas nunca eram definitivas, e qualquer explicação, tanto de um aluno quanto do professor, era sempre encarada como um modelo e nunca como uma verdade absoluta, tanto que os alunos sentiam-se a vontade para questionar qualquer argumentação.

A atividade (4) foi realizada em três momentos: (a) Momento de conhecimento do equipamento desenvolvido para o estudo da queda dos objetos; b) Momento de análises

qualitativas e quantitativas do fenômeno estudado; (c) Momento de generalizações conclusões e avaliação.

No momento de conhecimento do equipamento, os alunos realizaram observações auditivas da queda de um objeto, e obtiveram dados quantitativos sobre o fenômeno estudado, dados estes que foram utilizados por eles para o cálculo de velocidade e de aceleração (momento (b)). No momento de avaliação o professor ligando o toca CD na questão avaliação da atividade (4), propôs uma questão aos alunos a fim de que generalizações e conclusões acerca do conceito aceleração pudessem ser feitas. Cabe ressaltar que como era possível perceber auditivamente a queda acelerada do disco dentro do tubo, o referido equipamento proporcionou aos alunos com deficiência visual as condições necessárias para a observação e compreensão do fenômeno gravitacional (Camargo e Silva, 2003 (b)).

Um outro aspecto a ser destacado em relação ao equipamento refere-se a sua ineficácia em produzir marcas táteis perceptíveis. Como apresentado anteriormente, além de emitir sons, o equipamento havia sido projetado para marcar por meio de uma agulha uma fita de papel presa ao disco. Este aparente aspecto negativo do equipamento tornou-se um ponto positivo no contexto da realização da atividade, já que gerou a necessidade do auxílio de uma pessoa vidente para marcar a fita com furos perceptíveis. Este fato trouxe a tona uma discussão relacionada a contextos educativos colaborativos em substituição aos de competitividade, contextos estes que priorizariam a ajuda mútua, o respeito às diferenças, e o não egoísmo.

Como o professor que aplicou as atividades tem deficiência visual, o fato considerado também trouxe a tona uma discussão acerca do trabalho do docente com deficiência visual, pois, questões como: Como ele preencherá a caderneta? Como ele corrigirá as atividades? Entre outras, poderiam ser respondidas por meio do argumento da presença de um colaborador docente que seria responsável pela realização de atividades burocráticas e de auxílio dentro do contexto educativo. Nesta perspectiva, uma questão poderia ser apresentada: Quem financiaria o referido colaborador docente? Evidentemente que para uma sociedade que raciocina em função do lucro, a presente questão seria interpretada como algo relacionado ao desperdício. Entretanto entende-se que em um referencial social no qual aspectos humanos fossem prioritários, a resposta à referida questão atribuiria responsabilidades à instituição de ensino na qual o suposto docente trabalhasse, ou ao Estado. Portanto, compreende-se que os custos relacionados a estas necessidades devem estar embutidos nos custos próprios de determinada instituição, como mais um instrumento, ou um equipamento necessário a esta estrutura.

Buscando uma síntese, o texto da atividade (3), em conjunto com as questões e os equipamentos das atividades (3) e (4), foram capazes de proporcionar uma contextualização do fenômeno gravitacional, e por consequência, estabeleceram-se discussões nas quais argumentos e contra argumentos eram apresentados pelos alunos acerca de problemas propostos por eles ou apresentados pelo professor. Dessa forma, conclui-se que as atividades (3) e (4) mostraram-se adequadas para o tratamento do tema aceleração gravitacional junto a alunos com deficiência visual.

A estrutura da atividade (5) fundamentou-se na busca de soluções a um problema aberto apresentado aos alunos por meio da gravação de um evento sonoro (possível colisão entre um carro e um trem). Recapitulando, esta proposta didática (atividades abertas) consiste em modificar os enunciados dos problemas retirando deles, os dados numéricos (Sánchez et. al. 1995). Visando trabalhar esta proposta didática junto a alunos com deficiência visual, gravou-se em um estúdio um evento sonoro que abordou sons de um carro e de um trem se movendo (Camargo e Silva, 2004 (c)).

Dois momentos constituíram o desenvolvimento prático da atividade (5): (a) Momento de audição da situação problema, e (b) Momento de busca de soluções ao problema aberto. No primeiro momento, os alunos, ouviram a gravação de uma situação problemática que abordava o movimento de um carro e de um trem. No segundo momento, por meio de um debate, os alunos descreveram observações, apresentaram suas diferentes interpretações para a situação problema, e propuseram soluções para a questão contida na referida situação. Três soluções foram apresentadas pelos alunos para a não colisão entre o carro e o trem: Carro e trem movendo-se em trajetórias paralelas; Carro e trem movendo-se em trajetórias não paralelas, sendo que o carro passa primeiro que o trem pelo ponto de interseção de suas trajetórias; Carro e trem movendo-se em trajetórias não paralelas, sendo que um dos veículos freia e para antes do ponto de interseção de suas trajetórias.

Retomando uma discussão estabelecida por ocasião da análise da atividade (5), observou-se que o problema aberto mostrou-se eficaz em produzir hipóteses acerca dos fatores que definem a posição de encontro de dois veículos, pois possibilitou a abordagem de uma grande quantidade de variáveis. Entretanto, sugere-se que um professor que esteja trabalhando problemas abertos com alunos com deficiência visual vá de maneira gradativa, ao mesmo tempo em que valoriza todas as soluções dos alunos, fechando o problema ou conduzindo o mesmo de acordo com seus interesses. Se ele não quiser, por exemplo, limitar o problema em função de valores numéricos, pode mantê-lo aberto e explorar as diferentes soluções. Por outro lado, se o professor decidir abordar um problema mais fechado, pode atribuir valores numéricos às grandezas envolvidas e já discutidas no problema. Neste sentido, talvez uma atividade a ser elaborada seja a de se trabalhar equações Físicas para estudar o problema da posição de encontro, contudo, entende-se que a referida atividade deveria suceder ou ser uma conseqüência de atividades abertas como a aqui apresentada.

Portanto, em relação aos efeitos de aprendizagem produzidos pela aplicação das atividades nos alunos com deficiência visual, verificou-se que por meio das referidas atividades e dos materiais desenvolvidos, os alunos participaram de um ambiente de aprendizagem de Física (Bauersfeld, 1988) e por conseqüência, observaram, discutiram, argumentaram, refletiram, apresentaram hipóteses, reformularam conceitos, e assim, demonstraram compreensão de boa parte dos conteúdos de Física trabalhados. Como mencionado anteriormente, de acordo com os resultados obtidos, retira-se da deficiência visual, possíveis fatores condicionantes ou limitantes de aprendizagem de conteúdos de Física, atribuindo-se os mesmos às condições de ensino. Nesta



perspectiva, desmistifica-se a relação entre conhecimento e visão, e sugere-se a valorização das observações não visuais na elaboração de atividades de ensino de Física para alunos com deficiência visual.

Buscando uma síntese da aplicação das atividades, conclui-se que os resultados encontrados e apresentados, corroboram com os princípios educacionais definidos por Lowenfeld, (1983) Peres et. al. (1999), e Wheatley (1991) que se encontram abaixo relacionados.

**Solidez:** O conhecimento do aluno com deficiência visual é construído principalmente por meio da audição e do tato (Lowenfeld, op. cit.). Segundo esse autor, para que um aluno com deficiência visual realmente compreenda fenômenos que ocorrem ao seu redor, os professores devem apresentar-lhe objetos que possam ser notados e manipulados (observados), e por este motivo, os materiais didáticos desenvolvidos foram estruturados de tal forma que a observação dos fenômenos estudados e a posterior análise dos mesmos, pudessem se dar sobre referenciais não visuais.

**Unificar experiências:** A experiência visual como indica Lowenfeld (op. cit.) tende a unificar o conhecimento em sua totalidade. Para esse autor (op. cit.) um aluno com deficiência visual tem dificuldades em obter essa unificação, a não ser que os professores lhe apresentem experiências como “unidades de experiência”. Neste sentido, foi necessário que o professor por meio dos procedimentos de mediação pusesse todos os alunos em contato com a experiência concreta real, e unificasse tais experiências por meio de explicações orais e táteis, bem como de seqüências. Sobre este aspecto, os equipamentos desenvolvidos em conjunto com a mediação do professor, tornaram possível esta unificação.

**Aprender fazendo:** Para que alunos com deficiência visual tivessem possibilidades de compreender determinados conteúdos da Física como os aqui apresentados, foi necessário iniciá-los na auto-atividade. Como Lowenfeld (op. cit.) sugeriu que, a visão domina uma boa parte dos estágios da aprendizagem que representam a base para muitos dos processos intelectuais superiores, foi fundamental oferecer aos alunos com deficiência visual as programações sistemáticas de experiências não visuais como: tocar em suas mãos, fazer determinados ruídos, disponibilizar-lhes textos, eventos e questões sonoras, visto que, por meio de tais programações, os alunos interagem com o objeto de estudo.

Entretanto “é necessário ao educador que trabalhe com alunos com deficiência visual dispor de engenho, paciência e energia”. Engenho para propiciar práticas ao aluno para explorar o meio circundante e comunicar-se com as pessoas, utilizando para isso os sentidos e os recursos de que dispõe. Ao lado do engenho, é necessário paciência, para esperar e respeitar o ritmo do aluno e não ter pressa em vê-lo realizar as atividades. Não obstante, “engenho e paciência não são suficientes, é necessário energia para incentivar o aluno a participar e realizar por si as atividades, pois às vezes parece mais fácil e mais rápido fazer as coisas por ele, em vez de esperar e insistir para que execute a tarefa por si” (Mazine, 2002).

Acerca das atividades, as mesmas se fundamentaram nos elementos estruturais definidos por Peres et. al. (1999), e Wheatley (1991). São eles:

- a) O estudo qualitativo e quantitativo das situações problemas, e a tomada de decisões.
- b) A valorização das idéias dos alunos: Os alunos elaboraram conceitos e emitiram hipóteses e dessa forma suas concepções prévias ou alternativas foram utilizadas e submetidas a questionamentos e postas em prova pelo grupo.
- c) Elaboração de estratégias de resolução a fim de submeter à prova as hipóteses à luz do corpo de conhecimento que se dispunha.
- d) A resolução e a análise dos resultados, comparando-os com os obtidos por outros grupos de estudantes e pela comunidade científica que foi representada por argumentos do professor ou por textos gravados.

As referidas características como indicam Perez et. al. (op. cit.) podem resultar (como resultaram) no aparecimento de conflitos cognitivos entre concepções distintas tomadas todas como hipóteses, o que pode obrigar (como em algumas ocasiões obrigaram) os alunos a conceberem novas.

Um outro aspecto de destaque a ser analisado, refere-se à motivação apresentada pelos alunos durante a realização das atividades. Nesta perspectiva, tanto as atividades, quanto os equipamentos desenvolvidos atingiram seus objetivos, ou seja, motivar os alunos para a observação e para o estudo dos fenômenos apresentados.

Em outras palavras, durante os momentos de observação, os alunos se mostraram muito interessados em manipular os equipamentos, tanto que por algumas ocasiões, o professor teve que interromper o referido momento devido ao limite do tempo. Nos momentos seguintes das atividades, os alunos permaneciam motivados, discutiam, davam explicações aos seus colegas de grupo, faziam várias perguntas ao professor, e propunham problemas novos para serem discutidos. Este aspecto, ou seja, o de considerar os resultados como origem de novos problemas, é de acordo com Peres (et. al. 1999), uma das metas de atividades de ensino de Física, pois, colocam em jogo constantemente a criatividade dos discentes.

Como síntese da motivação observada, apresenta-se a transcrição de algumas falas dos alunos acerca dos materiais desenvolvidos e das atividades de ensino que participaram.

*A: Esse método de ensinar é bastante funcional, dá pra manipular as grandezas.*

*A: No CD você tem mais facilidade em encontrar o ponto exato que você quer, ele é gravado em faixas, então você consegue com exatidão repassar várias vezes o que você está em dúvidas. O Braille é importante, contudo eu classifico o Braille mais para você*

*fazer anotações, porque para você ter livros ele é cansativo e tem uma outra dificuldade, é a de armazenar esse material, exige muito espaço você montar uma biblioteca na sua casa ou você tem uma casa muito grande ou fica inviável. Com textos gravados você se prende mais e entende melhor porque não tem aquele desgaste do Braille, você não se cansa, o Braille você tem que ler pouco em pouquinho, porque não dá para ler muita coisa de uma vez só, o tato exige bastante.*

*B: Eu pretendo continuar estudando, mas no método Braille para mim não dá, eu achei muito cansativo, eu tentei, comecei mas aí desisti, eu tentei voltar estudar, mas eu achei que não dava porque só a apostila teria que transcrever tudo em Braille passar aquilo tudo, eu disse não dá não agüento, isso enlouquece a gente. E eu sempre comentei sobre isto, ou seja, sobre livros falados, e agora você vem com esta idéia, o CD é melhor ainda, é o que o aluno (A) disse, não é cansativo, e para quem quer estudar é ótimo, prende a atenção, é muito bom, eu gostei muito.*

*C: Esse método que você usa seria mais fácil para qualquer pessoa entender, seja ela deficiente visual ou não.*

*D: Uma das dificuldades que nós encontramos para estudar, é a falta de material gravado. De modo geral em todas as matérias, uma das dificuldades de estudar é a falta de material gravado, textos gravados, você sabe que o Braille é ótimo, contudo, ele tem alguns inconvenientes. Para você utilizar uma apostila em Braille, ela vai ocupar muitos volumes, isso é difícil de armazenar, manipular, assim a idéia do CD para o deficiente visual vai facilitar no mínimo em cinquenta por cento. Isso vai animar as pessoas a estudar. Se você quiser ir para frente no texto você vai, se você quiser voltar você volta, inclusive existe aparelhos de tocar CD que tem o recurso de você programar ele, você memoriza e ele fica repetindo só aquela parte, e não só o texto, e sim trechos do texto, eu faço isso quando quero decorar uma música e determinado trecho fica enroscado.*

*E: A gente tendo a base que é o texto fica melhor, e dessa forma, com o CD você pega o texto, se você não entendeu você volta, você ouve outra vez, e juntamente com isto existia algo que você podia apalpar, o CD é importante pelo fato de ter a disponibilidade de ouvir e eu ao menos, absorvo muita coisa no ouvir, eu assimilo o que está sendo lido ou o que está sendo dito e geralmente você faz uma idéia melhor do que é o problema.*

*F: Poder escutar um texto é muito mais agradável, porque o Braille é cansativo eu começo ler muito, me dói a cabeça, você põe adrenalina pura para poder entender o raciocínio da palavra, e depois entender a história, já no texto falado não, você pega em uma forma bem gostosa.*

*G: A gente poder tocar, você tem uns exercícios é super interessante, você mostrou o carrinho, aqueles detalhes da velocidade, para mim passa uma noção bem próxima do que você está querendo, da para você ter uma idéia do que está sendo pedido. Para não ficar somente no falado, talvez ficaria muito no teórico, então além do CD gravado os métodos que você adotou na prática também dá um reforço necessário para você sentir na prática mesmo os fenômenos, não fica apenas na teoria do carro se movimentar etc, você percebe materialmente aquele exercício.*

*H: Excelente essa sua idéia de fazer o CD, muito boa!*

*I: Os materiais são legais porque você está vivendo o problema físico ali, você está sabendo, você está passando a mão e está tendo a noção exata do que é a Física do que é o atrito, do que é o movimento.*

Como pode ser observado nas falas transcritas, os alunos se adaptaram bem, tanto à metodologia de ensino das atividades, quanto aos materiais desenvolvidos, e em especial ao CD, já que este representou a possibilidade da não utilização exclusiva de textos em Braille, sistema de escrita e leitura que produz no usuário segundo os alunos, um grande desgaste. Na perspectiva descrita, conclui-se que os materiais desenvolvidos e utilizados nas atividades, geraram nos alunos intenção em estudar os fenômenos. Acerca de tal intenção, cabe a seguinte análise:

Quando uma pessoa tem intenção, ela encontra-se motivada em fazer algo relacionado com uma determinada ação, isto é, observar, participar, pensar, discutir, propor e resolver algo. Como discutido, o ato de aprender é um ato intencional (Wheatley, 1999). A intenção em aprender algo por sua vez não é necessariamente uma característica intrínseca ao aprendiz. Entretanto, a intenção em aprender pode ser facilitada por meio da motivação em aprender. Neste contexto, Peres (et. al.1999) indicam que “seria conveniente em atividades de ensino de Física, a consideração do interesse dos aprendizes e da relevância das situações propostas, que dêem sentido ao estudo e dessa forma evitem que os alunos se vejam submergidos no tratamento de uma situação sem haver podido sequer formar uma primeira idéia motivadora acerca do mesmo”.

Em outras palavras, o envolvimento de um aluno em um processo de aprendizagem, deve levar em conta ações intencionais do aprendiz, ou seja, o “querer aprender” (Moreira, 1999). Esse “querer aprender”, tem como um dos fatores geradores o conseguir observar o que se está estudando. Se uma pessoa é cega, o que ela consegue é ouvir, tatear, cheirar etc, menos enxergar. Se ela consegue, não necessariamente precisa querer, e dessa forma não necessariamente fará. Contudo se ela não consegue, com certeza não fará, não porque não quer, mas porque não pode. Assim, substituindo a relação “não quero porque não posso” pela relação “posso por isso quero” gera-se as condições iniciais para a intencionalidade do aprendizado, e neste sentido, entende-se que os materiais desenvolvidos, geraram as referidas condições.

Por outro lado, a gravação dos textos e das questões que faziam parte das atividades, proporcionou autonomia de trabalho ao professor, que assim como os alunos, tem deficiência visual. Em outras palavras, o professor que já havia trabalhado no ensino regular recorrendo à materiais não adaptados às suas necessidades, sentiu a referida autonomia quando utilizou-se do toca CD. Ele não precisava pedir a alguém para que lesse o texto ou questão, podendo repetir o texto quantas vezes julgasse necessária ou repetir o texto se algum aluno solicitasse. Dessa forma, as idéias discutidas eram retomadas com velocidade e facilidade.

Portanto, para os alunos que participaram das atividades, os conteúdos trabalhados mostraram-se devido aos materiais desenvolvidos, contextualizados e observados, elementos estes que foram em parte responsáveis pela motivação dos alunos e pela quase total autonomia de trabalho do professor.

Finalizando, conclui-se da experiência educacional aqui apresentada, que as situações de ensino de Física a alunos com deficiência visual necessitam estar organizadas de maneira que o citado discente use ao máximo todas as suas possibilidades (táteis, olfativas, auditivas, sinestésicas) e fale sobre sua experiência perceptiva. A postura do docente mediante seu aluno com deficiência visual deve ser aquela em que o vidente se posiciona frente ao deficiente visual, ouvindo-o (acompanhando o que ele faz nas diferentes situações), contribuindo no que for possível para que ele encontre seus próprios meios de agir e superar seus obstáculos. Como aponta Masine, (1994) “penetrar no mundo percebido pelo deficiente visual é tão difícil quanto fazê-lo perceber o mundo como o vidente o faz”, mas é condição necessária para o ensino de conteúdos de Física a esses indivíduos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMIRALIAN, M.; PINTO, E. B.; GHIRARDI, M.; LICHTIG, I.; MASINI, E. S. e PASQUALIN, L. Conceituando deficiência. **Saúde Pública**, v.34, n.1,p. 97-103, 2000.

AUSUBEL, D. P. **Psicologia Educativa**. Un punto de vista cognoscitivo. (Trillas: México), 1978.

AUSUBEL, D. P. **The psychology of meaningful verbal learning**. New York: Grune and Stratton. 685p, 1963.

A tarde, Agência Senado. Disponível em: <[http://www.atarde.com.br/materia.php3?mes=10&ano=2002&id\\_materia=265](http://www.atarde.com.br/materia.php3?mes=10&ano=2002&id_materia=265)>, 2002.

BACHELARD, G. **La formation de l'esprit scientifique**. (Vrin: Paris), 1938.

BAIRD, J. R. Improving learning trough enhanced metacognition: A classroom study. **European Journal of Science Education**, v. 8, n.3, p. 263-282, 1986.

BALERINI, C. **Novo Web site para pessoas com deficiência**. Disponível em: [www.lerparaver.com](http://www.lerparaver.com), 2002.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 225p. ,1977.

BAUERSFELD, H. Interaction, construction, and Knowledge: Alternative perspectives for mathematics education. In: GROUWS, D. e COONEY, T. (Eds.), **Perspectives on research on effective mathematics teaching**. Reston, VA: National Council of Teachers of mathematics, 1988.

BENJAMIN, A.A. **Análise do uso de um Texto Paradidático sobre Energia e Meio Ambiente**. Bauru, 184 p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Campus de Bauru, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2000.

BOGDAN, R; BIKLEN, S. K. **Investigação em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Ed. 336p., 1994.

CAMARGO, E. P., SILVA, D. Desmistificar a Deficiência Visual como Primeiro Passo para Ações Educativas de Física. In: CONGRESSO REGIONAL DE EDUCAÇÃO, 5, 2004, São José do Rio Pardo – SP. **Anais eletrônico**: Saberes Teóricos e Saberes da Prática na Formação dos Professores, São José do Rio Pardo-SP, 2004 (a).

CAMARGO, E. P., SILVA, D. Atividade de Ensino de Física para Alunos com Deficiência Visual: Vivência do Atrito: Observação e Contextualização do Fenômeno: In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E DESENVOLVIMENTO HUMANO, 1, 2004, Maringá-PR. **Anais eletrônico**, Maringá-Pr: Universidade Estadual de Maringá (UEM), 2004 (b).

CAMARGO, E. P., SILVA, D. Ensino de Física para Alunos com Deficiência Visual: Atividade que Aborda a Posição de Encontro de Dois Móveis por Meio de um Problema Aberto. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, IX, 2004, Jaboticatubas- MG. **Anais eletrônico**, Jaboticatubas-MG, 2004 (c).

CAMARGO, E. P. e SILVA, D. O Ensino De Física, Os Alunos Com Deficiência Visual e Os Parâmetros Curriculares Nacionais: In: SIMPÓSIO EM FILOSOFIA E CIÊNCIA, V, 2003, Marília-SP. **Anais eletrônico**: Atas Do V Simpósio Em Filosofia e Ciência, Trabalho e conhecimento: desafios e responsabilidades da ciência. Marília-SP, 2003 (a).

CAMARGO, E. P. e SILVA, D. Atividade e Material Didático para o ensino de Física de Alunos com Deficiência Visual: Queda dos objetos: In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA, IV, 2003, Bauru – SP. **Anais eletrônico**: Atas do IV ENPEC (IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências: Bauru-SP, 2003 (b).

CAMARGO E. P., SCALVI L. V. A., Braga T. M. S. O Ensino de Física e os Portadores de Deficiência Visual: Aspectos Observacionais Não-Visuais de Questões Ligadas ao Repouso e ao Movimento dos Objetos. In: NARDI, R. (Org.), **Educação em Ciências da Pesquisa à Prática docente**, Ed. Escrituras, V. 3, p. 117 - 133, 2001.

CAMARGO, E. P. **Um estudo das concepções alternativas sobre repouso e movimento de pessoas cegas**. Bauru, 218 p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, Campus de Bauru, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 2000.

CARAMAZZA, A. McCLOSKEY, M. e GREEN, B. Naive beliefs in "sophisticated" subjects: misconceptions about trajectories of objects. **Cognitions**, v. 9, p.117-123, 1981.

CASTELO BRANCO, L. M. O construtivismo e suas implicações pedagógicas. **Revista da Ande**. Ano 10, n. 17. p. 13, 1991.

CATANIA, A. C. **Learning**. Columbia: Maryland, 1983.

CHAMIE, M. The status and use of the International Classification of Impairments, disabilities and Handicaps (ICIDH). **World Health Stat Q**. v. 43, p. 273-280, 1990.

CHAMPAGNE, A. B. GUNSTONE, R. F. e KLOPFER, L. E. Effecting changes in cognitive structures among physics students. In: WEST L.H.T. and PINES A.L. (Eds). **Cognitive structure and conceptual change**. Orlando. FL: Academic Press, 1985.

CHAUÍ, M. **Da Realidade sem Mistério ao Mistério do Mundo**. São Paulo. Brasiliense, 1981.

CHAUÍ, M. Janela da alma, espelho do mundo. In: Nounes, A. **O Olhar**. São Paulo. Companhia das Letras, 1988.

CLAXTON, G. **Educar mentes curiosas**. Ed. Visor. Madrid, 1994.

CLEMENT, J. **Cognitive Development Project working paper**. University of Massachusetts, Amherst, 1979.

COLL, C. Un marco de referencia psicológico para la educación escolar: la concepción construtivista del aprendizaje y la enseñanza. In COLL, C. PALACIOS, J. e MARCHESI, A. (eds.). **Psicologia de la Educacion II**. Desarrollo psicologico y educacion. Madrid: Alianza, 1990.

COPELLI, A. C., Toscano, C., Teixeira, D. R., Silva, I. S., Pereira, J.A., Martins, J., Menezes, L. C., Piassi, L. P. C., Pelaes, S. B., Dias, W. S., Hosoume, Y: In:, (GREF) GRUPO DE

REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA, **Leituras de Física**, Instituto de Física da USP. Disponível em: [www.sbf.if.usp.br/gref](http://www.sbf.if.usp.br/gref), 1998.

DEMO, P. **Avaliação qualitativa**. São Paulo, Cortez, 1987.

DE LA ROSA, C. Common sense knowledge in optics: Preliminary results of an investigation into the properties of light. **European Journal of Science Education**. V.6, n.4, p.387-397, 1984.

DOYLE, W. Classroom tasks and students' abilities. In PETERSON, P. e WALBERG, H. (Eds.), **Research on teaching: Concepts, findings, and implications** (pp. 183-209). Berkeley, CA: Mc Cutchan, 1979.

DRIVER, R. Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 4 , n.1, p.3-15, 1986.

DRIVER, R. e OLDHAM, V. A constructivist approach to curriculum development in science. **Studies in Science Education**, v.13, p.105-122, 1986.

DRIVER, R. e EASLEY, J. Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. **Studies in Science Education**, v. 10, p. 37-70, 1978.

DUNBAR, R. The trouble with science. Trad. Cast. por FERRERO, M. **El miedo a la ciencia**. Madrid, Alianza, 1995.

DUSCHL, R. A. Más allá del conocimiento: los desafíos epistemológicos y sociales de la enseñanza mediante el cambio conceptual. **Enseñanza de Las Ciencias**, v.13, n.1, p. 3- 14, 1995.

DUSCHL, R. A. Y Gitomer, G. Epistemological perspectives on conceptual change: Implications for Educational practice. **Journal of research in Science Teaching**. V. 28, n.9, p. 839-858, 1991.

ECKSTEIN, S. G. e SHEMESH, M. Stage Theory of the development of alternative conceptions. **Journal of research in science teaching**. V. 30, n. 1. p. 45-64, 1993.

ENGUITA, M. F. A face oculta da escola: educação e trabalho no capitalismo. Porto Alegre, Artes Médicas, 1989.

FURIO, C. Un curriculum de Física y Química para EEMM basado en la investigación didáctica. Primeros resultados. **Actas de las IV Jornadas de Investigación en la Escuela**. Sevilla, 1986.

GARDNER, P. L. Physics students' comprehension of motion with constant velocity. **The Australian science teachers**. V. 31, n.4, p. 27-32, 1986.

GASPAR, P.. Aplicações das leis de Newton-II. In: GASPAR, A., **Física, Mecânica**. Editora Ática ed (1), v. 1, p. 144-153, 2000.

GERGEN, T. **A transformation in social Knowledge**. New York: Springer-verlag, 1982.

GIL, D. Três paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v.1, n. 1, p. 26-33, 1983.



- GIL, D. La investigación en el aula de Física y Química. Anaya: Madrid, 1982.
- GILBERT, J. K. OSBORNE, R. J. e FENSHMAN P. J. Children's Science and its consequences for teaching. **Science Education**, v. 66, n.4, p. 623-633, 1982.
- GIORDAN, A. Interés didáctico de los errores de los alumnos. **Enseñanza de las Ciencias**, v.3 , n.1, p.11-17, 1985.
- GLASER, R. e BASSOCK, M. Learning theory and the study of instruction. **Annual Review of psychology**. V. 10, p. 631-66, 1989.
- GONÇALVES, A.; TOSCANO, C.. **Física e Realidade**. São Paulo: Scipione, 1997. 367 p. 1v, 1994.
- GRANDA, A. Esquemas conceptuales previos de los alumnos en Geología. **Enseñanza de las Ciencias**, v.6, n.3, p. 239-243, 1988.
- GUNSTONE, R.F., WHITE, R.T. e FENSHAM, P. Developments in Style and Purpose of Research on the Learning of Science. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 25, p. 513-529, 1988.
- HALLOUN, I. A. e HESTENES, D. Common sense concepts about motion. **American Association of Physics Teachers**. p. 1056-1065, 1985.
- HASHWEH, M. Z. Towards an explanation of conceptual change. **European Journal of Science Education**, v. 8, n.3, p. 229-249, 1986.
- HEWSON, P. W. e THORLEY, N. R. The conditions of conceptual change. **International Journal Science Education**. V. 11, special issue, p. 541-553, 1989.
- HEXTALL, I. Naming Work. In: Whitty, G. e Young, M. **Explorations in the politics of school Knowledge**. Diffield, Nafferton Books, cap. 5, p. 65-74, 1976.
- HOYAT, F. **Les Examens**. Institut de l'UNESCO pour l'Éducation. Ed Bourrellet: Paris, 1962.
- JIMENEZ, M.P. Preconceptos y esquemas conceptuales en Biología. **Enseñanza de las Ciencias**, v.5, n.2, p. 165-167, 1987.
- JOHNSON, D. **The body in the mind**: The bodily basis of meaning, imagination, and reason. Chicago: The University of Chicago Press, 1987.
- KIRK, S. A. e GALLAGHER, J.J. Crianças com Deficiências Visuais. In: **Educação da Criança Excepcional**. São Paulo, Livraria Martins Fontes, Editora Ltda, p. 179 - 225, 1987.
- KOYRÉ, A. **Estudos Galilaicos**. Lisboa, Publicações Dom Quixote. p.22-23, 1986.
- KUHN, D. Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. **Science Education**. V. 77, p. 319-337, 1993.
- KUHN, T. S. **La estructura de las revoluciones científicas**. (Fondo de cultura económica: México), 1971.

LAKATOS, I. O falseamento e a metodologia dos programas de pesquisa científica. IN: LACATOS, I. e MUSGRAVE, A. (org.) **A crítica e o desenvolvimento do conhecimento**. São Paulo: Cultrix, 1979.

LEMEIGNAN, G. e WEIL-BARRAIS, A. W. A developmental approach to cognitive change in mechanics. **International Journal of Science Education**, v. 16, n. 1. p. 99-120, 1994.

LEONTIEV, A. N. Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. In: VIGOTSKI L. S., LURIA, A. R., LEONTIEV, A. N. **Linguagem desenvolvimento e aprendizagem**. São Paulo. p. 59-83, 1988.

LINN, M. C. Establishing a research base for science education: challenges, trends and recommendations. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 24, n.3, p. 191-216, 1987.

LINN, M. C. e THIER, H. D. Adapting science material for the blind (ASMB): Expectation for student outcomes. **Science Education** , v. 59, p. 237-246, 1975.

LOCHHEAD, J. e DUFRESNE, R. Helping students understanding difficult science concepts through the use of dialogues with history. **The History and Philosophy of Science in Science Teaching**. p. 221-229, 1989.

LOPEZ, N. LLOPIS, R. LLORENS, J. A. SALINAS, B. e SOLER, J. Análisis de dos modelos evaluativos referidos a la Química de COU y Selectividad. **Enseñanza de las Ciências**, v.1, n.1, p. 21-25, 1983.

LOWENFELD, B. **Berthold Lowenfeld on Blind ness and Blind People**: Selected Papers. New York: American Foundation for the Blind, 1983.

LUCKE, M. e ANDRÉ, M.E.D.A. **Pedagogia em Educação**: Abordagens Qualitativas. São Paulo, EPU, 1986.

MACEDO, B. e SOUSSAN, G. Estudio de los conocimientos preadquiridos sobre las nociones de calor y temperatura en alumnos de 11 a 15 años. **Enseñanza de las Ciências**, v. 3, n.2, p. 83-91, 1985.

MANACORDA, M. A. Marx e a pedagogia moderna. **Revista da ANDE**. (São Paulo) V. 5, n. 10, p. 59-64, 1986.

MANTOAN, M. T. E. Ensinando a turma toda as diferenças na escola. **Pátio- revista pedagógica**, ano V, N. 20, fevereiro/abril, P. 18 -23, 2002.

MANTOAN, M. T. E. Integração x Inclusão: Escola (de qualidade) para Todos. **Pátio - revista pedagógica**, ano II, n. 5, maio/julho, p. 48 -51, 1998.

MASINI, E. F. S. A educação de pessoas com deficiências sensoriais: algumas considerações. In: **Do sentido, pelos sentidos pra o sentido**: o sentido das pessoas com deficiências sensoriais. Editora Vetor, 2002.

MASINI, E. F. S. Impasses sobre o Conhecer e o Ver. In: **O perceber e o relacionar-se do deficiente visual**: orientando professores especializados. Brasília: CORDE, 1994.

MASINI, E. F. S. O perceber e o relacionar-se do deficiente visual; orientando professores especializados. **Revista Brasileira de Educação Especial**. p. 29-39, 1990.

McCLOSKEY, M. CARAMAZZA, A. GREEN, B. Curvilinear motion in the absence of external forces: Naive beliefs about the motion of objects. **Science**, v. 210. p. 1139-1141, 1980.

McDERMOTT, L.C. What we Teach and What is Learned - Closing the Gap. **American Journal of Physics**, v.59, p. 301-315, 1991.

McDERMOTT, L. C. Research on conceptual understanding in mechanics. **Physics Today**. Julho, p. 24-34, 1984.

MERLEAU-PONTY, M. **Fenomenologia da Percepção**. São Paulo, Freitas Bastos, 1975.

MILLAR, R. e DRIVER, R. Beyond processes. **Studies in Science Education**, v.14, p.33-62, 1987.

MINSTRELL, J. Explaining the "at rest" condition of an object. **The Physics teacher**. p. 10-14, 1982.

MONK, M. On the identification of principles in science that might inform research into students beliefs about natural phenomena. **International journal of Science Education**, v.17, n.5, p 565-573, 1995.

MORALES, M. e MORENO, M. Problema en el uso de los terminos cualitativo/cuantitativo en la investigación educativa. **Investigación en la Escuela**, v. 21, p. 149-157, 1993.

MOREIRA, Marco A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora da UnB. 129p, 1999.

MOREIRA, M.A Alguns Aspectos das Perspectivas Quantitativas e Qualitativas à Pesquisa Educacional e suas Implicações para a Pesquisa em Ensino de Ciências. Porto Alegre, Publicação do Instituto de Física da UFRGS, 1988.

MORTIMER, E. F. conceptual change or conceptual profile change? **Science & Education**, v. 4, n.3, p. 262-287, 1995.

OLIVA, J. M. Distintos niveles de análisis para el estudio del cambio conceptual en el dominio de la mecánica. **Enseñanza de las ciencias**, v.19, n.1, p. 89-102, 2001.

OLIVA, J. M. Ideas para la discusión sobre el cambio conceptual. **Enseñanza de las Ciencias**, v.17, n.1, p. 115-117, 1999.

OSBORNE, R. e WITTRICK, M. Learning Science: a generative process. **Science Education**, v. 67, p. 490-508, 1983.

PEDUZZI, L. O que é Física Aristotélica: Por que não considerá-la no ensino da mecânica?. **Caderno Catarinense de ensino de física** - Universidade Federal de Santa Catarina, V. 13, n.1. Abril, p. 48-63, 1996.

PÉREZ, D. G.; ALÍS, J. C.; DUMAS-CARRÉ, A.; MAS C. F.; GALLEGOS, R.; DUCH, A. G.; GONZÁLEZ, E.; GUIASOLA, J.; MARTÍNEZ-TORREGROSSA, J.; CARVALHO, A. M. P.;

SALINAS, J.; TRICÁRIO, H. VALDÉS. Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? **Enseñanza de la ciencia**, v.18, n.1, 1999.

PIAGET, J. **La epistemología genética**. Redondo: Barcelona, 1970.

PIETROCOLA, M. e PINHEIRO, T. Modelos e Afetividade. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, VII, 2000, Florianópolis. **Programa e Resumos**, Florianópolis, p. 135, 2000.

POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W. & GEORTZOG, W. A. Accommodation of a specific conception: towards a theory of conceptual change. **Science Education**. V. 66, n.2, p. 211-227, 1982.

POZO, J. I. Más allá del cambio conceptual: El aprendizaje de la ciencia como cambio representacional. **Enseñanza de la ciencia**, v.17, n.3, p. 513-520, 1999.

POZO, J. I. e GÓMEZ CRESPO, M.A. **Aprender y enseñar ciencia**. Dei conocimiento cotidiano ai conocimiento científico. Madrid: Morata, 1998.

PREECE, P. F. Intuitive Science: Learned or Triggered? **European Journal of Science Education**, v. 6, n.1, p. 7-10, 1984.

RESNICK, R., HALLIDAY, D. Mecânica da Partícula - I. In: **Física: Mecânica Clássica**. 4.ed. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científicos editora, 1984.

ROBIN, N. e OHLSSON, S. Impetus then and now: A detailed comparison between Jean Buridan and a single contemporary subject. **The History and Philosophy of Science in Science Teaching**. p. 292-305, 1989.

SANCHEZ, M. A., PEREZ, D. G., TORREGROSA, J. M. Actividades de evaluacion coherentes con una propuesta de enseñanza de la fisica y la quimica como investigacion: actividades de autorregulación e interregulación. **Revista de la Enseñanza de la Física**. V. 8, n.2, p. 5-20, 1995.

SANTOS, M. E. V. **Mudança Conceitual na Sala de Aula**. Lisboa, Livros Horizonte, 1991.

SASSAKI, R. K. **Quantas pessoas têm deficiência?**, In: CEDIPOD: Centro de Documentação e Informação do Portador de Deficiência., Disponível em: [www.cedipod.com.br](http://www.cedipod.com.br), 1998.

SCOTT, P.H. Overtures and Obstacles: Teaching and Learning About Air Pressure in a High School Classroom. In:NOVACK, J.D. (org.) **Proceedings of Third International Seminar: Misconceptions and Educational Strategies inScience and Mathematics**. Ithaca, New York: Cornel University, in press, 1993.

SEBASTIA, J. M. Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes. **Enseñanza de las Ciencias**, v.2, n.3, p. 161-169, 1984.

SELLTIZ, C., WRIGHTSMAN, L. S., COOK, S. W. **Métodos de Pesquisa nas Relações Sociais**. 2ª ed. V. 1. São Paulo: E. P. U, 1987.

SILVA, D. e LATTOUF, R. Eletricidade: Atividade de Ensino Coerente com um Modelo Construtivista. **Pro-posições**, Campinas SP, 1996.

- SOARES, M. B. Avaliação educacional e clientela escolar. In: PATTO, M. H. S. et al. **Introdução à psicologia escolar**. São Paulo, Quieiroz, p. 47-53, 1981.
- SORDI, M. R. **A prática de avaliação do ensino superior**. Editora Cortez, 135 p, 1995.
- SPEARS, M. G. Sex bias in science teachers' ratings of work and pupils characteristics. **European Journal of Science Education**, v. 6, p. 369-377, 1984.
- STINNER, A. The story of force: from Aristotle to Einstein. **Physics education**. p. 77-85, 1994.
- TWIGGER, D., BYARD, M., DRIVER, R., DRAPER, S., HARTLEY, R., HENNESY, S., MOHAMED, R., O'MALLEY, C., O'SHEA, T. e SCANLON, E. The conception of force and motion of students aged between 10 and 15 years: an interview study designed to guide instruction. **International Journal of Science Education**. V. 16, n. 2, p. 215-229, 1994.
- VARELA, P. Selección bibliográfica sobre esquemas alternativos de los estudiantes en electricidad. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 7, n.3, p. 292-295, 1989.
- VIENNOT, L. e KAMINSKY. Participation des maîtres aux modes de raisonnement des élèves, **Enseñanza de las Ciencias**, v. 9, n.1, p. 3-9, 1991.
- VIGOTSKI, L. S. Fundamentos de defectologia: El niño ciego. In: **Problemas especiales da defectologia**. Havana: Editorial Pueblo Y Educación, p. 74-87, 1997.
- WATTS, D. M. A study of school children's alternative frameworks on the concept of force. **European journal of science education**. V.5, n.2, p. 217-230, 1983.
- WHITAKER, R. J. Aristotle is not dead: student understanding of trajectory motion. **American Journal of Physics**, v. 51, p. 352-357, 1983.
- WHEATLEY, G.H. Construtivist Perspectives on Science and Mathematics Learning. **Science Education**, v. 75, n. 1, p. 9-21, 1991.
- ZOLA, P. H. N. Self, identity and the naming question: reflections on the language of disability. **Soc Sci Med**; v.36, p. 167-173, 1993.