

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO *STRICTO SENSU*  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO

**O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO: DESCREVENDO UM  
EXPERIMENTO DIDÁTICO NA PERSPECTIVA HISTÓRICO-  
CULTURAL**

LUIZ ANGELO MARENGÃO

GOIÂNIA/GO

2011

LUIZ ANGELO MARENGÃO

**O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO: DESCREVENDO UM  
EXPERIMENTO DIDÁTICO NA PERSPECTIVA HISTÓRICO-  
CULTURAL**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Mestrado em Educação da Pontifícia Universidade Católica de Goiás como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação, sob a orientação do Professor Dr. José Carlos Libâneo.

GOIÂNIA/GO

2011

M324e

Marengão, Luiz Angelo.

O ensino de física no ensino médio : descrevendo um experimento didático na perspectiva histórico-cultural [manuscrito] / Luiz Angelo Marengão. – 2011.

112 f. : grafs.

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Mestrado em Educação, 2011.

Orientação do Professor Dr. José Carlos Libâneo.

Inclui Apêndice

1. Física – ensino – ensino médio – experimento didático. 2. Prática de ensino. 3. Ensino–metodologia. 3. Ensino-aprendizagem. 4. Pensamento teórico-científico. I. Título.

CDU: 37:53(043.3)

LUIZ ANGELO MARENGÃO

**O ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO: DESCREVENDO UM  
EXPERIMENTO DIDÁTICO NA PERSPECTIVA HISTÓRICO-  
CULTURAL**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. José Carlos Libâneo (Presidente)  
Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GOIÁS)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Agustina Rosa Echeverria  
Universidade Federal de Goiás (UFG)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Beatriz Aparecida Zanatta  
Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GOIÁS)

Goiânia, GO, agosto, 2011

## **DEDICATÓRIA**

À minha mulher Sirley e aos meus filhos Luiz Augusto e Leonardo e, também, aos meus netos Maila, William e Luiz Alberto por trazerem luz e alegria à minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Dr. José Carlos Libâneo pela confiança demonstrada e valiosa orientação.

À Professora Dr<sup>a</sup>. Agustina Rosa Echeverria e à Professora Dr<sup>a</sup>. Beatriz Aparecida Zanatta pela decisiva contribuição na qualificação deste projeto.

A minha colega de trabalho, Professora Thaís Facheti pela valiosa colaboração na realização desta pesquisa.

Aos alunos do 1º ano do Curso Técnico Integrado em Edificações do Instituto Federal de Goiás pela compreensão e carinho com que me acolheram durante o processo de filmagem das aulas.

## RESUMO

Este estudo descreve uma experiência metodológica para o ensino de Física cujo objetivo foi o de por em prática, em um experimento didático-formativo, uma metodologia diferenciada voltada para a formação do pensamento teórico-científico, buscando avaliar as ações didáticas de uma professora, a partir de um plano de ensino, em relação à formação de ações mentais dos alunos. O interesse pelo tema surgiu a partir da constatação da falta de motivação dos alunos para o estudo da Física e das dificuldades encontradas pelo professor no ensino dessa disciplina. Como referência teórico-metodológica, foi adotada a teoria histórico-cultural de Vygotsky e, dentro dela, da teoria do ensino desenvolvimental de Davídov, em razão do seu grande potencial em contribuir para a melhoria do ensino de Física. Essas teorias auxiliam o professor no planejamento e desenvolvimento do seu trabalho na medida em que propõem a organização do ensino voltado para a formação de conceitos, a ligação entre a análise de conteúdo e os motivos dos alunos, assim como a organização de situações de interação e colaboração mútua em função do desenvolvimento de ações mentais. Foi realizada pesquisa qualitativa por meio do experimento didático-formativo, procedimento que permite o acompanhamento do processo de formação de ações mentais ao longo da execução de um plano de ensino. O experimento consistiu do planejamento conjunto entre o pesquisador e a professora da classe, de conteúdos e estratégias de aprendizagem, para um trimestre letivo, das aulas da disciplina Física–Mecânica do 1º ano do Curso Integrado de Edificações, do Instituto Federal de Educação Tecnológica do Estado de Goiás, antigo (CEFET-GO). Os dados obtidos das observações sugerem melhoria no interesse e na aprendizagem dos alunos, mostrando a relevância de uma metodologia de ensino de Física diferenciada, que valorize a formação de e a atuação com conceitos. Mas apontam, também, para a relevância da formação teórica e metodológica do professor e para a necessidade de ele considerar na sua prática de ensino o impacto de sua própria concepção epistemológica em relação ao processo de ensino e aprendizagem.

**Palavras-chave:** Ensino de Física; Ensino desenvolvimental; Experimento formativo-didático; Conhecimento empírico e Conhecimento teórico-científico.

## ABSTRACT

This study describes a methodological experience in Physics teaching with the objective of trying, through a didactical-formative experiment, a differentiated methodology focused on the formation of theoretical-scientific thought and that aims to evaluate the didactical actions of a teacher, derived from a teaching plan, in relation to the formation of mental actions of his/her students. The interest towards the research theme arose from the observation of an existing lack of motivation from students to study Physics and the challenges faced by the tutor while teaching that subject. The historical-cultural theory by Vygotsky was adopted as a theoretical-methodological reference and, within it, the developmental teaching theory by Davídov, due to its great potential to contribute to the improvement of Physics teaching. These theories aid the teacher in planning and developing his/her work as they propose the organization of teaching focused on the formation of concepts, the connection between content analysis and student's motives, and also the organization of interaction situations and mutual collaboration to nurture the development of mental actions. A qualitative research was made while applying the didactical-formative experiment, which is a procedure that allows monitoring the process of mental action formation throughout the execution of a teaching plan. The experiment consisted of planning, by researcher and teacher together, content and learning strategies for a teaching trimester to the sophomore year of the Mechanical Physics class. That class is part of the Integrated Construction course of the Instituto Federal de Educação Tecnológica do Estado de Goiás, former CEFET-GO. Data obtained from observations suggest an improvement on the interest and learning levels from students, showing the relevance of a differentiated Physics teaching methodology, which emphasizes the formation of and acting with concepts. They also point to the relevance of theoretical and methodological formation of the teacher, and the necessity that he/she considers, in teaching practice, the impact of his/her own epistemological conception towards the teaching and learning process.

**Keywords:** Physics teaching; Developmental teaching; Formative-didactical experiment; Empirical knowledge and Theoretical-scientific knowledge.



## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| <b>INTRODUÇÃO</b> .....  | 09 |
| <b>CAPÍTULO I - O ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL</b>   |    |
| 1. Um Breve Histórico Sobre o Ensino de Física no Brasil .....   | 15 |
| 2. Ensino de Ciências <i>Versus</i> Tecnologia .....   | 21 |
| <b>CAPÍTULO II - O ENSINO E A FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS NA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL</b>   |    |
| 1. Teoria histórico-cultural de Vygotsky .....   | 25 |
| 2. A Formação de Conceitos Científicos .....   | 30 |
| 3. A Teoria da Atividade de Leontiev e a Formação de Conceitos Científicos .....   | 32 |
| 4. A Ascensão do Abstrato ao Concreto no Ensino .....  | 34 |
| 5. O Movimento Duplo no Ensino .....   | 40 |
| 6. A Motivação dos Alunos .....  | 41 |
| <b>CAPÍTULO III - ATUAÇÃO DA PROFESSORA E A FORMAÇÃO DE AÇÕES MENTAIS DE ALUNOS EM UM TÓPICO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO.</b>                        |    |
| 1. Identificação da Pesquisa.....  | 43 |
| 1.1 Informações gerais.....  | 43 |
| 1.2 As fases da pesquisa e os procedimentos .....  | 45 |
| 1.3 O contexto de realização da pesquisa .....   | 54 |
| 1.4 Metodologia da descrição e análise dos dados .....   | 56 |
| 2. Apresentação e Descrição dos Dados .....  | 59 |
| 2.1 Motivação e orientação da atividade de aprendizagem .....  | 59 |
| 2.2 Transformação das condições do problema visando descobrir a relação geral básica do objeto de estudo .....                                     | 63 |
| 2.3 Modelação da relação identificada em formas concretas como gráficos, letras .....  | 67 |
| 2.4 Transformação do modelo da relação para estudar suas propriedades gerais .....   | 69 |
| 2.5 Estruturação de um sistema de problemas particulares que podem ser resolvidos pela relação geral (ou princípio geral) .....                    | 71 |
| 2.6 Acompanhamento do cumprimento das funções anteriores e avaliação da aprendizagem do método geral como resultado da solução dos problemas ..... | 73 |
| <b>CONCLUSÃO</b> .....   | 77 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>REFERÊNCIAS</b> .....   | 82  |
| <b>Apêndice I</b> – Transcrição de aulas.....  | 86  |
| <b>Apêndice II</b> - Entrevista com a Professora .....                                 | 103 |
| <b>Apêndice III</b> - Tabulação de Respostas ao Questionário Aplicado aos Alunos ..... | 109 |

## INTRODUÇÃO

O tema desta pesquisa é o ensino de Física no Ensino Médio, no que diz respeito, à metodologia de ensino, quanto às ações didáticas da professora e suas relações com a formação de ações mentais dos alunos.

O nosso interesse em elaborar um trabalho que relacione a teoria histórico-cultural de Vigotsky com o ensino de Física surgiu da preocupação com o atual ensino dessa disciplina, principalmente no que se refere à falta de motivação dos alunos, à concepção do professor sobre o processo ensino e aprendizagem da Física, a predominância do ensino verbalista e as dificuldades metodológicas e didáticas dos professores. Na maioria dos casos, o ensino de Física tem tomado a dimensão de mero componente curricular dentro de um programa de formação profissional. Por acreditar que a Física tem uma importância fundamental no processo de formação social e cultural dos indivíduos, podendo ultrapassar o limite da informação para atingir o de formação, o presente trabalho discute uma alternativa para a mudança no quadro do ensino dessa disciplina.

Enquanto professor de Física do Ensino Médio com mais de 25 anos de experiência profissional em escolas públicas e privadas, constatamos crescentes dificuldades por parte dos alunos na aprendizagem dessa disciplina, cujas explicações vão desde a falta de requisitos prévios para estudá-la até o desinteresse e desmotivação. Ao mesmo tempo, da parte da escola e dos professores, é sabido que o ensino de Física trabalha com conteúdos fragmentados e descontextualizados, e, também, com metodologias que suscitam pouco o interesse dos alunos ou são desprovidas de ligação entre o mundo escolar e o mundo cotidiano real dos estudantes.

Segundo (Silva, 2003), o excessivo número de alunos por turma, a falta de professores habilitados para ministrar a disciplina, a quase inexistência de equipamentos para atividades práticas/experimentais, a falta de domínio do conteúdo por parte do professor, ou dificuldades metodológicas e didáticas, são algumas causas apontadas como as responsáveis pelo baixo índice no desempenho dos alunos ou pelo fato de eles não gostarem de estudar Física. Alguns autores como (GRECA; SANTOS, 2006) acrescentam a essas causas, a própria concepção do professor sobre o processo ensino-aprendizagem da Física. No ensino de Ciências em geral e em particular no ensino de Física, (CARVALHO JUNIOR, 2002; DUARTE, 2000; CARVALHO, 2004), apresentam indicativos para a necessidade de mudança de atitude do professor ao planejar e desenvolver suas aulas.

Além disso, segundo CARVALHO JUNIOR (2002, p. 54-55), cabe ao professor de Ciências Naturais (Física, Química e Biologia), também propiciar a construção de valores

éticos, promovendo a articulação com “toda a dimensão sócio-política, pois a capacidade técnica é indissociável do desenvolvimento da sensibilidade de se aplicar ou não uma determinada tecnologia que, de alguma forma, pode ser nociva à natureza”.

Em relação ao ensino de Física, outros autores tais como (ANGOTTI, 1991; MEGID NETO e FRACALANZA, 2003; MOREIRA, 2000) o caracterizam como fragmentado e descontextualizado e frequentemente, repleto de mitos em torno da ciência ou desligado do cotidiano dos alunos.

As pesquisas de Neto e Pacheco citado por Nardi (2004), relacionadas ao ensino de Física, demonstram que ele, o ensino, tem assumido o caráter de preparação para resolução de exercícios de vestibular. Para esses autores, a situação é comprovada pelo uso indiscriminado de livros e apostilas recheados de exercícios preparatórios para as provas de vestibular e que, na sua essência, primam pela memorização e pelas soluções algébricas. De acordo com Souza (2002), os autores dos livros estariam dando uma ênfase demasiada na preparação para os vestibulares como forma de mostrar a sua preocupação com o futuro do aluno.

Segundo Rosa (2001), a tendência em direcionar o ensino de Física à resolução de problemas, que normalmente estão repletos de cálculos, fortemente influenciados pelo uso do livro didático, tem sido tema de sérias críticas às editoras e, por consequência, aos autores das obras. A maioria dos livros que circulam nas escolas apresenta os conteúdos com definições estanques, atribuindo à Física um caráter de ciência acabada e imutável. Porém, o mais problemático das obras está na forte identificação que elas agregam entre a Física e os algoritmos matemáticos. Os textos e, principalmente, os exercícios são apresentados como matemática aplicada, por meio dos quais a questão fundamental se resume em treinar o estudante na resolução de problemas algébricos.

Cole; Scribner (2007) parecem identificar onde estão os problemas do ensino escolar. Para eles, a aprendizagem escolar é uma aprendizagem fora do contexto. Na escola se produzem objetos e processos que tem como objetivo que os alunos aprendam, mas eles são apresentados à margem de onde acontecem os fenômenos. Os conteúdos da aprendizagem não têm sido aqueles requeridos pelas exigências da vida social. Os conceitos e representações acadêmicas sobre o mundo social ou natural tampouco podem ser aprendidos espontaneamente como elementos da cultura vivenciada na escola. A aprendizagem escolar está claramente descontextualizada, no momento em que se pede ao aluno que aprenda coisas distintas, uma vez que ela se apresenta de forma diferente e para um propósito também distinto ao qual o aluno está acostumado em sua aprendizagem cotidiana. Não é de se

estranhar, portanto, que o aluno construa esquemas e estruturas mentais diferentes para enfrentar as exigências tão díspares desses dois contextos de vida e aprendizagem.

As soluções para o enfrentamento desses problemas têm sido discutidas por pedagogos e especialistas no ensino. São várias as orientações teóricas: a abordagem construtivista, a abordagem da mudança conceitual, a abordagem da teoria histórico-cultural, ente outras.

Na abordagem piagetiana, o ensino deveria privilegiar o sujeito como construtor do seu conhecimento, passando de um estágio inferior a um estágio superior do conhecimento, isto é, haveria a passagem de um conhecimento incompleto e parcial ao conhecimento científico. Para Piaget o desenvolvimento do conhecimento se dá por aproximações sucessivas do sujeito ao objeto. Esse processo pelo qual o indivíduo constrói o conhecimento é chamado de equilíbrio. A ideia central da teoria de Piaget é a de que o conhecimento não procede nem da experiência única dos objetos, nem de uma ampla programação inata, pré-formada no sujeito, mas de construções sucessivas com elaborações constantes de estruturas novas, as quais são resultantes da relação sujeito x objeto, em que um dos termos não se opõe ao outro, mas se solidarizam, formando um todo único. Embora ele negue que sua obra se constitua em uma teoria de aprendizagem, classificando-a como uma teoria do desenvolvimento, admite o seu uso para o entendimento do processo de aprendizagem (GIUSTA, 1985).

Na abordagem da mudança conceitual, que para alguns autores é uma vertente do construtivismo, as ideias prévias dos estudantes desempenham um papel fundamental no processo de aprendizagem, já que essa só é possível a partir do que o aluno já conhece. O modelo de mudança conceitual tem gerado um grande número de diferentes estratégias de ensino. Apesar dessa variedade, é possível identificar características comuns compartilhadas por diferentes abordagens, o que resulta no uso de estratégias similares para promover a mudança conceitual (SCOTT, ASOKO & DRIVER apud MORTIMER 2000, p.39).

Mortimer (2000) faz uma síntese das possibilidades de inovação do o ensino de Ciências (Física, Química e Biologia) a partir dessas orientações teóricas.

A ciência poderia ser vista, então, como um aperfeiçoamento do senso comum que admite a construção de teorias contra-intuitivas. À medida que essas contra-intuições são aceitas pela comunidade científica como verdadeiras, elas tendem a se incorporar à cultura, primeiro a científica e depois a mais geral, tendendo a perder, paulatinamente, seu caráter contra-intuitivo (MORTIMER, 2000, p. 351).

Esses aspectos contra-intuitivos seriam as marcas de ruptura, de descontinuidade entre senso comum e ciência (BACHELARD apud MORTIMER, 2000), e sua superação em sala

de aula não pode ser descrita, simplesmente, por um processo de equilibração entre sujeito-objeto, mas exige a intervenção de instrumentos culturais.

A ciência já produziu teorias incoerentes (como o modelo do *éter* para explicar a propagação das ondas através do espaço), e o senso comum, muitas vezes, nos dá uma explicação coerente do mundo, como, por exemplo, as concepções pré-newtonianas de força, que a literatura reconhece como coerentes. Segundo Mortimer (2000), a diferença básica é que as teorias científicas prevêem resultados experimentais, podendo ser, no momento cultural específico em que foram previstos, contra-intuitivos mesmo para a cultura científica. As ferramentas usadas pelo senso comum e pela ciência seriam as mesmas: abstração reflexiva, generalização, indução, dedução, etc. A ciência, no entanto, levaria essas ferramentas além do limite do bom senso, permitindo a invenção de uma nova realidade.

Neste trabalho, referendamo-nos na teoria histórico-cultural, na perspectiva de Vygotsky e Davídov. O modelo que Vygotsky propõe apresenta o desafio de criar espaços de diálogo, de significado compartilhado entre o âmbito do conhecimento privado experiencial e o âmbito do conhecimento público, de modo que se possa racionalmente evitar a justaposição de dois tipos de esquemas de análise e resolução de problemas sem comunicação entre si: o experiencial e o acadêmico; o escolar e o extra-escolar. Na proposição de Davídov o ensino visa a formação do pensamento teórico científico por meio do processo de formação de conceitos o que caracteriza a atividade de aprendizagem.

O ensino para a formação de conceitos deve incluir a solução independente de tarefas, sendo oportuno que seja por meio de problemas ou pela exposição do caráter problemático do conhecimento. Aqui o professor também ensina para que os alunos aprendam os conteúdos como resultados de investigações científicas. Mas, há uma diferença: o professor providencia, necessariamente, condições de aprendizagem para que os alunos trilhem mentalmente o caminho investigativo que deu existência àquele conteúdo, ajudando-os a conhecerem o conceito em sua gênese e fatores condicionantes. Tal princípio caracteriza, no ensino desenvolvimental, uma ligação íntima com a aplicação do método de pesquisa no ensino.

Faz-se necessário, então, aclarar em que consiste este problema. O problema, no ensino desenvolvimental, consiste em algo a ser investigado para que se descubra, mais que a sua solução, a sua gênese. O problema, posto na tarefa pelo professor, tem íntima relação com o movimento de pensamento que se espera do aluno e com a constituição de um método para lidar com o objeto, em distintas e diversificadas situações. Rubtsov (1996) ilustra esse aspecto a seguir:

A aquisição de um método teórico geral, visando à resolução de uma série de problemas concretos e práticos, concentrando-se naquilo que eles têm em comum e não na resolução específica de um entre eles, constitui-se numa das características mais importantes do problema de aprendizagem. Por um problema de aprendizagem a um escolar é confrontá-lo com uma situação cuja solução em todas as variantes concretas pede uma aplicação do método teórico generalista (RUBTSOV, 1996, p. 131).

Para desenvolver o presente trabalho, utilizamos a pesquisa qualitativa com a metodologia do experimento formativo-didático, inspirada na teoria histórico-cultural de Vygotsky e na teoria do ensino desenvolvimental de Davídov.

O experimento didático é uma modalidade de experimento formativo em que o pesquisador planeja, acompanha e avalia mudanças nas ações mentais dos alunos em relação a níveis esperados de desenvolvimento mental, em situações específicas de ensino em sala de aula. Segundo Davídov (1988):

O método do experimento formativo caracteriza-se pela intervenção ativa do pesquisador nos processos mentais que ele estuda. Neste sentido, ele difere substancialmente do experimento de verificação (constatação, comprovação) que somente enfoca o estado já formado e presente de uma formação mental. A realização do experimento formativo pressupõe a projeção e modelação do conteúdo das formações mentais novas a serem formadas, dos meios psicológicos e pedagógicos e das vias de sua formação. Ao pesquisar os caminhos para realizar este projeto (modelo) no processo do trabalho de aprendizagem cognitiva feito com as crianças, pode-se estudar também as condições e regularidades da origem, da gênese das novas formações mentais correspondentes. Em nosso ponto de vista, o experimento formativo pode ser chamado de experimento genético-modelador, que plasma uma combinação (unidade) entre a investigação do desenvolvimento mental das crianças e a educação e ensino destas mesmas crianças (DAVÍDOV, 1988, p.107).

O nosso objetivo geral foi o de analisar e avaliar efeitos, em termos de dificuldades de ações de ensino da professora, da formação de ações mentais nos alunos, e da aplicação do plano de ensino em um tópico de Física para alunos do 1º ano do Ensino Médio, na perspectiva da Teoria do Ensino Desenvolvimental de V. Davídov.

Nossos principais objetivos específicos foram os seguintes:

- a) Elaborar e pôr em prática um plano de ensino de Física com base na teoria do ensino desenvolvimental de Davídov, baseada em ações de aprendizagem e em outros requisitos didáticos da teoria histórico-cultural.
- b) Promover situações de interação entre os alunos e o professor e entre os próprios alunos, mediadas pelo professor, por intermédio de troca de ideias entre os integrantes de uma classe (professores e alunos), baseadas no diálogo, na participação coletiva, favorecendo aos alunos a exposição de suas ideias e contribuindo para a formação e operação com conceitos.

c) Analisar o interesse e a participação dos alunos, mediante atividades propostas pela professora em sala de aula.

O experimento didático-formativo consistiu do planejamento conjunto entre o pesquisador e a professora da classe, de conteúdos e estratégias de aprendizagem, para um semestre letivo, das aulas da disciplina Física, sobre o tópico “mecânica”, no 1º ano do Curso Integrado de Edificações, do Instituto Federal de Educação Tecnológica do Estado de Goiás, (antigo CEFET-GO). Conforme mencionado, a finalidade dessa intervenção docente foi pôr em prática uma metodologia de ensino baseada nos princípios da teoria do ensino desenvolvimental de V. Davíдов.

As aulas, 12 no total, foram ministradas pela professora da disciplina de física e observadas pelo pesquisador, além disso foram feitas reuniões semanais para discussão e acompanhamento do experimento.

Os dados empíricos foram coletados por meio da observação das aulas ministradas pela professora colaboradora, através de filmagem e posterior transcrição, grupo de discussão, questionário com os alunos e entrevista com a professora, conforme consta no apêndice deste trabalho.

Sendo assim, esta dissertação está dividida em três capítulos. O capítulo 1 tem como objetivo apresentar um histórico do ensino de Ciências, (Física, Química e Biologia), no Brasil. Este capítulo trabalha também a relação entre ensino de Física e tecnologia.

O capítulo 2 aborda o tema referente ao ensino e a formação de conceitos científicos na teoria histórico-cultural de Vygotsky (1994; 1999). Este capítulo trabalha também a teoria da atividade de Leontiev e a ascensão do abstrato ao concreto de Davíдов.

O capítulo 3 aborda o ensino para o desenvolvimento: a atuação da professora e a formação de ações mentais dos alunos. Explicita também os objetivos e a metodologia empregada para obter os dados para análise apresentada no decorrer do capítulo.



## CAPÍTULO I

### O ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL

Este capítulo faz referência à evolução do ensino de Física no Brasil destacando o processo e os caminhos que levaram a sua inserção nos currículos escolares e as visões que têm sido dadas ao ensino desta Ciência no decorrer da história educacional do país.

#### **1. Um Breve Histórico Sobre o Ensino de Física no Brasil**

Um marco esperançoso na história da educação brasileira foi a fundação do Colégio Pedro II, em 2 de dezembro de 1837. A exemplo dos colégios franceses, o seu regulamento introduzia os estudos simultâneos e seriados, organizados num curso regular de seis a oito anos com as seguintes disciplinas: latim, grego, francês, inglês, gramática nacional, retórica, geografia, história, ciências físicas e naturais, matemática, música vocal e desenho. (HAIDAR, 1979).

O progresso dos estudos científicos ficou profundamente prejudicado, pois as aulas de Física, Química e Matemática, que eram muito poucas, estavam concentradas nos últimos anos e ofuscadas pelas línguas clássicas e modernas. Além do mais, a exigência para ingresso nas escolas superiores era maior nas matérias de humanidades, reduzindo as aulas de Física a simples noções gerais.

Em 17 de fevereiro de 1855, influenciado pelas "*realschulen*" alemãs, que vinham agitando a opinião francesa desde 1830, o regulamento do Colégio Pedro II transferiu os estudos científicos para os primeiros anos do curso, reservando as últimas séries para o aprimoramento da formação clássica. Essa influência alemã na escola brasileira trouxe um apreciável desenvolvimento aos estudos científicos, principalmente em Física, pois exigia experiências e demonstrações práticas dos princípios estudados. Com isso, o ensino de Física deu um salto na direção de um aprimoramento metodológico, embora os experimentos eram meramente demonstrativos, ilustrando a teoria, manipulados pelo professor, sem a participação direta do aluno.

A reforma baseada nas "*realschulen*" alemãs não durou muito tempo. Em 1862 foi extinto o curso especial e reorganizado o curso único de sete anos, reduzindo mais uma vez o ensino de Física a noções gerais, lecionadas apenas em duas aulas, uma no quinto e outra no sétimo ano (HAIDAR, 1979).

Durante todo o Império não houve nenhum empenho pedagógico inovador no campo das ciências e, em particular da Física, que alterasse de modo significativo a educação predominantemente clássica e de caráter geral herdada dos jesuítas. O ensino médio, totalmente incumbido de preparar para os cursos superiores, não tinha interesse em formar os jovens para algum ofício especial, esquecendo, assim, as ciências experimentais.

A primeira reforma do ensino público no Brasil foi realizada em novembro de 1890 através do Decreto nº 891, pelo então Ministro da Instrução Benjamim Constant (1833-1891). Para o nível médio, o ministro propôs um currículo com duração de sete anos, por meio do qual além do estudo clássico havia também o estudo das ciências fundamentais classificadas de acordo com a ordem lógica do fundador da doutrina filosofia do positivismo August Comte (1798-1857).

Depois dessa malograda tentativa de reforma, seguiram-se outras iniciativas fragmentárias e sem alterações consideráveis, confirmando o caráter preparatório do Ensino Médio e demonstrando a completa ausência de uma política educacional que não relegasse o ensino científico a um plano secundário.

Na década de 1920, foi deflagrado no Brasil um movimento ideológico de grande envergadura que abriu perspectivas novas para o problema da educação. A nova situação criada desencadeou um programa político de ação cultural e escolar que objetivava a democratização do Ensino Médio.

Francisco Campos (1891-1968), ministro de Estado dos Negócios de Educação e Saúde Pública do Governo Vargas (1883-1954), um dos líderes dessa revolução cultural, propôs um projeto de reforma elevando o ensino secundário de simples "curso de passagem" e preparatório a uma instituição de caráter educativo-formativo com sete anos de duração e dividido em duas partes. Uma comum e fundamental de cinco anos, outra complementar de dois anos, contando esta parte com a instrução científica.

Contrário a essa reforma, havia um grupo de intelectuais, entre eles Fernando Azevedo (1894-1974), que era a favor de uma reforma radical do ensino, introduzindo no sistema educacional as escolas de pesquisa.

Em 25 de janeiro de 1934, o governador de São Paulo, Armando Sales de Oliveira criou a Universidade de São Paulo, englobando as Faculdades de Direito, Medicina, Engenharia, e outras existentes, com as Instituições de Ciências Econômicas e de Filosofia, Ciências e Letras. A partir disso, a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras seria destinada à pesquisa científica e formação de professores secundários (AZEVEDO, 1979).

Embora a pesquisa fosse obrigatória em todos os cursos da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, devido a problemas financeiros e práticos, ela foi cada vez mais se restringindo ao chamado grupo das ciências de laboratório. Isso privava os licenciandos, sobretudo em Física, de um treinamento prático-didático mais eficiente.

Porém, foi a partir dos anos de 1950 que a Física passou a fazer parte dos currículos desde o Ensino Fundamental até o Médio, tendo sua obrigatoriedade ocorrido em função da intensificação do processo de industrialização no país. A esse fator somou-se o incentivo dado ao ensino de Ciências nas escolas de formação básica nos anos pós-guerra (após o término da II Guerra Mundial) como forma de atrair estudantes para a formação superior nessa área do conhecimento. Esse incentivo adveio do governo americano e estendeu-se por toda a América Latina, implementando um ensino caracterizado pelo domínio de conteúdos e pelo desenvolvimento de atividades experimentais, tendo como referência o modelo americano.

A partir deste contexto, a educação brasileira era considerada insatisfatória, ou seja, em crise, pois não atendia a uma demanda crescente de alunos. Todavia, este aumento na procura por educação estava diretamente relacionado com o contexto econômico e político. Segundo Romanelli (2005, p. 205) os dois principais fatores que justificaram o crescimento desta demanda foram: a aceleração da industrialização a partir de 1950 e o surgimento de variados novos tipos de emprego, e a mudança nos mecanismos de ascensão da classe média (antes vinculados a abertura de pequenos negócios e o trabalho autônomo e neste período em transição para as carreiras dentro das empresas).

Obviamente, ambos os fatores que motivaram a crise na educação no Brasil no pós-guerra, apontaram uma necessidade de redimensionamento dos objetivos educacionais e do seu público alvo, agora mais abrangente. Tratava-se de qualificar os trabalhadores para tarefas mais complexas nas empresas e para isso os conteúdos, a metodologia e os professores que atuavam na educação brasileira à época necessitaram passar por reformulações. Abriram-se as portas das escolas para uma parcela maior da população brasileira, mas não havia infraestrutura nem uma real adequação aos objetivos delineados pelas necessidades da expansão do capital.

Nesse contexto, a preocupação também com o ensino dos conhecimentos pertinentes às ciências começou a render resultados mais efetivos e, conforme aponta Nardi (2005, p. 42-43), algumas instituições foram criadas para apontar soluções para a educação nesta área: a mais antiga chamou-se Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC) que iniciou suas atividades no Brasil em 1946 como uma subsidiária da Organização das Nações

Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). Num primeiro momento, sua atuação voltou-se para o custeio e distribuição de materiais didáticos para a área de ciência.

Já na década seguinte desenvolveu um projeto denominado Iniciação Científica que confeccionou material voltado ao ensino de Física, Química e Biologia para os ensinos primário e secundário com apoio e financiamento do Ministério da Educação (MEC) e da Fundação Rockefeller, posteriormente também recebeu investimentos da Fundação Ford (125.000 dólares) (NARDI, 2005, p. 44).

Na década de 1960 o Ministério da Educação firmou convênio com a Agency for International Development (AID), entidade dos Estados Unidos, dando origem aos chamados Acordos MEC-USAID, que objetivaram a organização do sistema educacional através de assistência técnica e cooperação financeira (ROMANELLI, 2005, p. 196).

Neste entrelaçamento de forças (USAID e Fundações norte-americanas) que configuravam a ajuda estrangeira para a crise da educação no Brasil, o IBCEC introduziu no âmbito educacional uma nova metodologia adaptada daquelas produzidas originalmente nos Estados Unidos e na Inglaterra destinadas ao ensino de Ciências. Foram trazidos numa versão adaptada: o Biological Science Curriculum Study (BSCS), o Chemical Bond Approach (CBA), o Physical Science Curriculum Study (PSSC), o Chem Study, o Geology and Earth Science Sourcebook e o Nuffield Biology (NARDI, 2005, p. 45).

Além disso, na primeira metade da década de 1960, foram custeados também equipamentos de laboratório e treinamentos de professores do ensino de Ciências, cerca de 1800, para darem conta dos novos currículos e materiais a ser utilizados.

Para Romanelli (2005, p. 203), esta preocupação veemente dos países desenvolvidos em ajudar a educação dos países considerados subdesenvolvidos e impor modelos e metodologias acarretam profundas consequências:

...não só favorece a importação de técnicas de ensino modernizantes, que privilegiam o estudo da aprendizagem em si, isolando-a do seu contexto, mas também, o que é ainda mais grave, imprime uma direção quase única à pesquisa educacional. Esta passa então a refletir a compartimentação e a desvalorizar os estudos do macrossistema educacional e suas relações com o contexto global da sociedade.

Com relação ao impacto mais focado na área das Ciências, Romanelli acrescentou a existência de um descompasso entre os cientistas treinados no contexto científico dos países desenvolvidos que passaram a atuar numa realidade bastante diferente nos seus países de origem (subdesenvolvidos) e sofreram frustrações e problemas de adaptação que os levaram ao isolamento ou a fuga para o exterior. Ainda sobre esta problemática, a autora afirmou:

Esse tem sido o caso específico dos cientistas treinados segundo métodos de pesquisas construídos e próprios de sociedades tecnológica e cientificamente mais avançadas. Usando modelos bastante sofisticados, eles atuam, ou procuram atuar, em um contexto cujo grau de subdesenvolvimento não comporta o grau avançado de sofisticação ou, se comporta, é para ajustá-lo apenas às necessidades do tipo de empresa existente em seu país. Esta quase sempre mantém, junto a uma restrita camada social, hábitos de consumo que a identificam com a elite dos países mais desenvolvidos. Nesse caso, é evidente que o preparo de cientistas serve a interesses econômicos que não são básicos para o conjunto da população. (ROMANELLI, 2005, p. 202).

Obviamente que esta cooperação com os organismos internacionais não objetivava de modo ingênuo apenas uma melhoria no ensino, mas acima de tudo a preparação de uma mão-de-obra qualificada cientificamente para operar no setor industrial brasileiro em expansão. Ao operário da época não cabia somente a força bruta, mas o conhecimento básico de pressupostos da Física, Química, Biologia, Geologia, Matemática de modo que pudesse se adaptar a processos de produção mais complexos que implicavam o manuseio de máquinas e equipamentos sofisticados, o processamento de materiais diversos, a leitura técnica de desenhos e especificações, entre outros.

E, na busca deste aprimoramento científico profissional dos alunos (futuros trabalhadores), o ensino de Ciências foi ganhando espaço e a produção de pesquisa começou a se expandir sempre com progressivo apoio destas e outras instituições acadêmicas, assim constituindo-se numa área de conhecimento.

Para Nardi (2005, p.15), pode-se comprovar a abrangência desta área analisando-se da seguinte forma:

No caso do Brasil, a instituição da ciência em disciplinas escolares, a criação dos cursos de licenciatura destinados à formação de professores de ciências, a criação de sociedades de pesquisa com secretarias de ensino, a implantação de centros de apoio e assessoria à construção de equipamentos para o ensino e à capacitação de professores de ciências, o advento dos primeiros simpósios específicos sobre o ensino das áreas de ciências, a publicação de periódicos científicos em ensino de ciências, de uma forma ou outra, já foram tratados em estudos que se constituíram em dissertações, teses, artigos e capítulos de livros publicados no país e no exterior.

Na visão deste autor (2005, p. 15), o Ensino de Ciências já acumulou condições para o surgimento de uma didática específica das Ciências, bem como de pesquisas neste enfoque, ou seja, os estudos nesta área do conhecimento são capazes de propor, neste momento histórico, um aprofundamento no que diz respeito às especificidades do processo de ensino aprendizagem dos conceitos científicos.

Com a instituição da primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB nº 4.024) de em 1961, iniciou-se um movimento de reforma da educação brasileira. Através dos investimentos na aquisição de materiais para aulas experimentais, sobretudo através de convênios com instituições e governos estrangeiros, chegavam às escolas brasileiras os kits de materiais didáticos, sempre acompanhados de livros que serviam de roteiros guia para as atividades dos professores, perpetuando, desta forma, o modelo de ensino difundido nos programas. Segundo Gouveia (1992):

Para atingir o nível de desenvolvimento das grandes potências ocidentais, a educação foi considerada como alavanca do progresso. Não bastava olhar a Ciências. O conhecimento científico do mundo ocidental foi colocado em cheque e ao mesmo tempo, foi tido como mola mestra do desenvolvimento, pois era capaz de achar os caminhos corretos para lá chegar e também se sanar os possíveis enganos cometidos (GOUVEIA, 1992, p. 72).

Na década de 70, já se propunha uma democratização do conhecimento científico, reconhecendo-se a importância da vivência científica não apenas para eventuais futuros cientistas, mas também para o cidadão comum, paralelamente a um crescimento da parcela da população atendida pela rede escolar. Esse crescimento, especialmente no tocante ao Ensino Médio, não foi acompanhado pela necessária formação docente, resultando assim em acentuada carência de professores qualificados, carência que só tem se agravado até a atualidade.

Ainda nessa época, o modelo de industrialização acelerada impôs, em todo o mundo, custos sociais e ambientais altos, de forma que, particularmente no Ensino Fundamental, os problemas relativos ao meio ambiente e à saúde humana começaram a estar presentes em currículos de ciências. Foi nesse momento que se inaugurou a ideia de que tecnologia é integrante efetiva dos conteúdos educacionais, lado a lado com as ciências.

Não se deve confundir essa ideia, contudo, com a real ou pretensa introdução, em todo o Ensino Médio, de disciplinas técnicas separadas das disciplinas científicas, como preconizado pela Lei 5.692/71, cuja perspectiva era a de formar profissionais de nível médio, e que teve resultados frustrantes.

O apoio oficial e continuado a projetos de educação científica na década de 1980, através do Subprograma de Ensino de Ciências (SPEC) para a Ciência, proveniente do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADTC) vinculado ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), parece ter sido decisivo para impulsionar os grupos originados da década de 1960, favorecendo ainda a formação de grupos novos de

pesquisa em várias universidades brasileiras. Esse processo levou a pesquisa em Educação em Ciências no Brasil a se constituir nos últimos anos como uma importante área acadêmica, tendo despertado o interesse de muitos pesquisadores que se congregaram em grupos atuantes em diversas Instituições de Ensino Superior do país.

O Simpósio Nacional de Ensino de Física, aberto a toda a comunidade de físicos e docentes de todos os graus de ensino, e o Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física, destinado especificamente a pesquisadores da área de ensino de Física, são promovidos pela Sociedade Brasileira de Física que também publica desde 1980 a Revista Brasileira de Ensino de Física e, mais recentemente, a Física na Escola, destinada a docentes e alunos do Ensino Fundamental e Médio. Juntamente com o Caderno Catarinense de Ensino de Física, publicado pelo Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina, esses periódicos têm se constituído nos mais importantes programas de divulgação do ensino e da pesquisa sobre ensino de Física no país.

A última reforma do ensino no Brasil ocorreu em 1996, por meio da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB 9394/96), que foi regulamentada pelas Diretrizes do Conselho Nacional de Educação (CNE/98) e pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). Observamos que as orientações dos PCN para o ensino de Física no nível médio são no sentido de uma contextualização dos conteúdos, buscando dar maior ênfase na parte conceitual, na abordagem interdisciplinar com referências, aos aspectos históricos e filosóficos dos conceitos e teorias, bem como uma atenção voltada para o relacionamento entre a Física abordada na escola e a tecnologia do mundo atual.

Entre os maiores desafios para a atualização pretendida no aprendizado de Ciência e Tecnologia, no Ensino Médio, está a formação adequada de professores, a elaboração de materiais instrucionais apropriados e até mesmo a modificação do posicionamento e da estrutura da própria escola, relativamente ao aprendizado individual e coletivo e a sua avaliação.

## **2 Ensino de Ciências *Versus* Tecnologia**

Recentemente, na Conferência Mundial sobre a Ciência para o Século XXI, promovida pela Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura - UNESCO e pelo Conselho Internacional para a Ciência, declarava-se o seguinte:

Para que um País esteja em condições de satisfazer as necessidades fundamentais da sua população, o ensino de ciências e as tecnologias é um imperativo estratégico. Como parte dessa educação científica e tecnológica, os estudantes deveriam aprender a resolver problemas concretos e a satisfazer as necessidades da sociedade, utilizando as suas competências e conhecimentos científicos e tecnológicos. Hoje, mais do que nunca, é necessário fomentar e difundir a alfabetização científica em todas as culturas e em todos os setores da sociedade, [...] a fim de melhorar a participação dos cidadãos na tomada de decisões relativas à aplicação dos novos conhecimentos. (UNESCO, 1999).

Uma tese frequentemente defendida pelos professores de ciências é que a educação científica tem estado orientada para preparar os estudantes como se todos pretendessem chegar a ser especialistas em Biologia, Física ou Química. Isso pode ser notado quando se analisa os currículos do Ensino Médio que consideram que os alunos já soubessem os conceitos, princípios e leis dessas disciplinas.

Inferimos que essa orientação deveria ser modificada porque a educação científica faz parte de uma educação geral que deve estar voltada para a tomada de consciência das complexas relações entre ciência e sociedade, de modo a permitir aos estudantes reconhecer a ciência como parte da cultura do nosso tempo.

Um ensino de ciências, centrado somente nos aspectos conceituais, pode transmitir uma visão deformada e empobrecida da atividade científica diminuindo o interesse e dedicação dos jovens (CARVALHO; GIL-PEREZ, 1995, p. 47), transformando-se num obstáculo para a aprendizagem.

Alguns educadores, preocupados com o ensino das ciências, defendem uma educação científica fundamentada na ação e na construção social e que seja culturalmente e socialmente contextualizada. Segundo esse ponto de vista:

O conhecimento científico deve ser acomodado ao lado de outros conhecimentos, e ser encarado como inseparável das conexões social e institucional, e deve ser valorizado não tanto em função de referências à sua validade universal, mas por sua utilidade em resolver um problema mais à mão (JENKINS apud CRUZ, 2005).

A proposta de um ensino das ciências que leve em conta esses aspectos tem sido chamada de Ciência, Tecnologia e Sociedade - CTS. Nos países considerados de primeiro mundo, a preocupação com esse enfoque não é muito recente, tendo-se acentuado a partir de 1980. No Brasil, só mais recentemente se têm tornado frequentes as referências ao enfoque CTS como algo a ser contemplado dentro de um quadro de renovação do ensino de ciências. O Grupo de Pesquisa em Ensino de Física da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC



tem desenvolvido alguns trabalhos dentro desse enfoque, especificamente numa abordagem chamada de *Aprendizagem Centrada em Eventos*.

As principais características da Aprendizagem Centrada em Eventos são a ênfase na resolução de problemas reais, a responsabilidade do aluno na aprendizagem e na natureza integrada dos conhecimentos. Primeiro ensina-se a “ciência” para depois discutir as aplicações tecnológicas e implicações sociais. A Aprendizagem Centrada em Eventos é diferente da prática normal, as disciplinas científicas são ministradas em atividades e não em aulas expositivas tradicionais, sob a orientação e supervisão dos professores.

Segundo nossa compreensão, no Ensino Médio estão localizados os maiores problemas das Ciências, principalmente em relação à Física. Em primeiro lugar, porque ainda não se compreende o papel das disciplinas de ciências, sempre vistas como uma sequência de conteúdos desconexos e sem relação com o contexto em que vivem os adolescentes. Em segundo lugar, porque a faixa etária normal de se cursar o Ensino Médio, 13-16 anos, não é vista como muito especial na formação do ser humano contemporâneo. Segundo Vygotsky (1999), ela é especial porque nela se constitui a capacidade do pensamento conceitual consciente. A entrada na adolescência, segundo a proposição vygotskiana, proporciona um importante avanço no intelecto, passando do pensamento por complexos para o pensamento por conceitos. Isso não acontece espontaneamente, mas precisa ser mediado com competência e sabedoria. De nada adianta passar-se para o estudo disciplinar das Ciências se não se compreender que há um novo tipo de atividade mental que precisa ser mediado e desenvolvido.

Delizoicov (2002) destaca a relevância de o ensino de ciências ser iniciado por meio de uma abordagem que trate de temas significativos para os estudantes, apresentando a construção do conhecimento dentro de um processo histórico e cultural. Esses autores afirmam ainda a seguinte ideia:

Uma vez que o ponto de partida e de chegada é o mundo em que a vida se dá, o conhecimento científico aparece como uma das formas – nem a única nem a mais importante, mas indispensável na atualidade – de atuar e explicar criticamente. Só faz sentido em sua relação com os conhecimentos tanto da cultura prevalente como das outras disciplinas escolares (DELIZOICOV, 2002, p. 154).

A articulação entre os saberes do aluno, científico, escolar e social, pode propiciar a compreensão dos conceitos de forma contextualizada, de modo a instrumentalizar o estudante para que o mesmo possa interagir com a sua realidade, de maneira a compreender os

fenômenos físicos vivenciados por ele, assim, relacionando-os com os aspectos sociais, tecnológicos e ambientais.

Como trazer o aluno para essa aventura de conquista de conhecimentos novos, árduos, diferentes do que já conhece?

O aluno em questão é o sujeito da própria aprendizagem. Tem expectativas individuais, está em busca de relações pessoais, participa de novos grupos e aprende como conviver e partilhar conhecimentos. É portador de saberes e experiências que adquire constantemente em suas vivências e está vivenciando grandes transformações em seu corpo, em sua afetividade, em sua cognição.

A principal vantagem da proposta de Davídov é a de contribuir para o desenvolvimento mental dos alunos por meio da formação e operação com conceitos, possibilitando-lhes desenvolver significativamente as suas capacidades reflexivas principalmente a de aplicar um princípio geral, uma relação geral, a casos particulares.

Segundo Rego (1996):

Uma das maiores contribuições do pensamento de Vygotsky está no fato de apontar para a necessidade de uma escola em que professores e alunos tenham autonomia, possam pensar, refletir sobre seu próprio processo de construção de conhecimentos e ter acesso a novas informações. Uma escola em que o conhecimento já sistematizado não é tratado de forma dogmática é esvaziado de significado (REGO, 2008, p. 117).

Levando-se em conta tais perspectivas, é preciso, então, que se confronte, na atualidade, o ensino da Física praticado, principalmente, no Ensino Médio.

## **CAPÍTULO II**

### **O ENSINO E A FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS NA TEORIA HISTÓRICO-CULTURAL**

A finalidade deste capítulo é apresentar as noções básicas contidas na teoria histórico-cultural relacionadas com a atividade de aprendizagem. Nesse sentido, são apresentadas as principais ideias de Vygotsky e Leontiev que dão sustentação à teoria do ensino desenvolvimental de Davídov. Essa retrospectiva visa buscar a compreensão da tese de que o desenvolvimento mental dos alunos é mediado pelo ensino, bem como os modos como se dão as relações entre a atividade de ensino do professor e o desenvolvimento mental ou formação das capacidades intelectuais dos alunos na teoria histórico-cultural.

#### **1. A Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky**

A escolha da Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky e, dentro dela, a Teoria do Ensino Desenvolvimental de Davídov, como referencial teórico, justifica-se porque propõe um ensino voltado para o desenvolvimento das capacidades intelectuais dos alunos por meio da formação de conceitos e atuação com conceitos.

Trata-se de um ensino que vai além do conhecimento empírico, visando o conhecimento teórico (ou seja, pensar e atuar com conceitos).

As proposições de Vygotsky podem ser aplicadas ao cotidiano da sala de aula tal como ela se apresenta na maioria das escolas, implicando uma mudança na concepção de ensino e aprendizagem do professor e na maneira de ensinar do professor.

A teoria de Vygotsky tem sido de grande valia para todos aqueles que buscam alternativas para melhor ensinar. No caso específico do ensino da física, ela pode ser vista como uma teoria que possibilita a aprendizagem sem recorrer a recursos tecnológicos, métodos de descoberta ou sofisticadas técnicas de ensino.

Vygotsky baseia-se em quatro pontos determinantes para a abordagem de sua teoria. São eles: a mediação, a internalização do conhecimento, a zona de desenvolvimento proximal e a formação de conceitos.

Por mediação, entendemos ser a etapa do desenvolvimento do pensamento centrada na presença de estímulos e signos, o que faz com que o homem modifique as suas atividades psíquicas. Mediação, em termos genéricos, é o processo de intervenção de um elemento

intermediário numa relação; a relação deixa, então, de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento.

Segundo Oliveira (1997):

Enquanto sujeito do conhecimento o homem não tem acesso direto aos objetos, mas um acesso mediado, isto é, feito através dos recortes do real operados pelos sistemas simbólicos que dispõe. O conceito de mediação inclui dois aspectos complementares. Por um lado refere-se ao processo de representação mental: a própria idéia de que o homem é capaz de operar mentalmente sobre o mundo supõe, necessariamente, a existência de algum tipo de conteúdo mental de natureza simbólica, isto é, que representa os objetos, situações e eventos do mundo real no universo psicológico do indivíduo. Essa capacidade de lidar com representações que substituem o real é que possibilita que o ser humano faça relações mentais na ausência dos referenciais concretos, imagine coisas jamais vivenciadas, faça planos para um tempo futuro, enfim, transcenda o espaço e o tempo presentes, libertando-se dos limites dados pelo mundo fisicamente perceptível e pelas ações motoras abertas. A operação com sistemas simbólicos – e o conseqüente desenvolvimento da abstração e da generalização – permite a realização de formas de pensamento que não seriam possíveis sem esse processo de representação e define o salto para os chamados processos psicológicos superiores, tipicamente humanos. O desenvolvimento da linguagem – sistema simbólico básico de todos os grupos humanos – representa, pois, um salto qualitativo na evolução da espécie e do indivíduo (OLIVEIRA, 1997, p. 26).

Segundo Vygotsky, (2001), a relação do homem com o mundo não é uma relação direta, mas, fundamentalmente, uma relação mediada. Os processos mentais superiores, como pensamento verbal, memória lógica e atenção seletiva, são gerados por atividades mediadas socialmente. A fonte de mediação pode ser uma ferramenta material, um sistema de símbolos ou o comportamento de outro ser humano. Esses teóricos comentam que a dificuldade de se ver essa dimensão social nos processos mentais está relacionada ao fato de que o desenvolvimento desses processos começa e termina numa forma individualizada.

O começo biológico e o fim intrapsicológico do desenvolvimento de uma função mental lhe dão esta aparência de processo individual. No entanto, ela passa por um estágio em que se caracteriza como uma forma particular de colaboração social. Somente nos seus últimos estágios a função psicológica adquire essa forma individualizada, carregando internamente os aspectos simbólicos essenciais de sua estrutura prévia (LEONTIEV; VYGOTSKY, 2001, p. 103).

Para Vygotsky, a interação social é que provoca a alteração e o desenvolvimento das funções psíquicas superiores. Para o autor, o desenvolvimento do pensamento da criança vai do social para o individual, considerando-se que a criança é um ser social desde o momento do seu nascimento, e a linguagem uma marca histórico-cultural. Para Oliveira (1997):

os sistemas simbólicos que se interpõem entre sujeito e objeto de conhecimento têm origem social. Isto é, é a cultura que fornece ao indivíduo os sistemas simbólicos de representação da realidade e, por meio deles, o universo de significações que permite construir uma ordenação, uma interpretação, dos dados do

mundo real. Ao longo de seu desenvolvimento o indivíduo internaliza formas culturalmente dadas de comportamento, num processo em que as atividades externas, funções interpessoais, transformam-se em atividades internas, intrapsicológicas. As funções psicológicas superiores, baseadas na operação com sistemas simbólicos, são, pois, construídas de fora para dentro do indivíduo. O processo de internalização é, assim, fundamental no desenvolvimento do funcionamento psicológico humano (OLIVEIRA, 1997, p. 27).

As ideias de Vygotsky permitem acrescentar alguns elementos para a análise do processo do ensino e do papel do professor. Segundo (VYGOTSKY, 2001), a chave para o entendimento da ação humana, tanto no plano individual como no social, são as ferramentas e símbolos, os chamados mecanismos semióticos ou simbólicos que mediam a ação do sujeito sobre os objetos.

Através da diferenciação entre processos interpsicológicos e processos intrapsicológicos, Vygotsky nos fornece uma pista significativa para analisarmos o processo de ensino-aprendizagem em sala de aula. Através de sua “lei geral do desenvolvimento cultural”, ele propõe que qualquer função psicológica superior aparece “duas vezes, ou em dois planos. Primeiro ela aparece no plano social e então no plano psicológico; aparece entre as pessoas como uma categoria interpsicológica e então dentro da criança individual com uma categoria intrapsicológica” (LEONTIEV; LURIA; VYGOTSKY, 2001, p. 112).

Vygotsky vincula o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal à relação entre aprendizagem escolar e desenvolvimento. É esse, talvez, o fator principal da sua teoria, tendo como pressuposto básico a existência de uma diferença entre o escore obtido quando a criança desempenha uma tarefa sozinha, chamada de *nível de desenvolvimento real*, e quando a desempenha com a ajuda de adultos ou, mesmo, através da cooperação de crianças mais adiantadas, chamado *nível de desenvolvimento potencial*. Podemos dizer que a zona de desenvolvimento proximal define aquelas funções que não amadureceram, que estão em processo de maturação e que amadurecerão estando presentes em estado embrionário. O nível de desenvolvimento real caracteriza o desenvolvimento mental retrospectivamente, enquanto a zona de desenvolvimento proximal caracteriza o desenvolvimento prospectivamente. Conforme Rego (1996):

O conceito de zona de desenvolvimento proximal é de extrema importância para as pesquisas do desenvolvimento infantil e para o plano educacional, justamente porque permite a compreensão da dinâmica interna do desenvolvimento individual. Através da consideração da zona de desenvolvimento proximal, é possível verificar não somente os ciclos já completados, como também os que estão em via de formação, o que permite o delineamento da competência da criança e de suas futuras conquistas, assim como na elaboração de estratégias pedagógicas que auxiliem nesse processo (REGO, 1996, p. 74).

A zona de desenvolvimento proximal inclui os aspectos normativos do desenvolvimento. A direção do desenvolvimento é guiada pelo ensino de conceitos científicos considerados importantes pelo professor. Por meio do ensino, os conceitos científicos se relacionam com os conceitos cotidianos da criança e tornam esses conceitos cotidianos. Leontiev descreve do seguinte modo a relação entre conceitos científicos e cotidianos: o grau com que a criança domina os conceitos cotidianos mostra seu nível de desenvolvimento presente, e o grau com que ela adquiriu os conceitos científicos mostra a zona de desenvolvimento proximal.

Poderíamos dizer que a força dos conceitos científicos se manifesta naquele campo inteiramente determinado pelas propriedades superiores dos conceitos, como a tomada de consciência e a arbitrariedade; é justamente aí que revelam a sua fragilidade os conceitos espontâneos das crianças, que são fortes no campo da aplicação espontânea circunstancialmente conscientizada e concreta, no campo da experiência e do empirismo. O desenvolvimento dos conceitos científicos começa no campo da consciência e da arbitrariedade e continua adiante, crescendo de cima para abaixo no campo da experiência pessoal e da concretude. O desenvolvimento dos conceitos científicos começa no campo da concretude e empirismo e se movimenta no sentido das propriedades superiores dos conceitos: da consciência e da arbitrariedade. O vínculo entre o desenvolvimento destas duas linhas diametralmente opostas revela, indiscutivelmente a sua verdadeira natureza: é o vínculo da zona de desenvolvimento imediato e o nível atual do desenvolvimento (VYGOTSKY, 2009, p. 350).

Para desenvolver seus estudos sobre a formação de conceitos, Vygotsky (2009) primeiramente realizou uma análise crítica dos métodos de investigação até então utilizados pelos estudiosos de sua época. Existiam dois métodos considerados incompletos: o método de definição e o método da abstração.

O método da definição contempla os estudos que visam conhecer os conceitos que a criança já adquiriu, por meio do seu próprio relato verbal, ou seja, através de sua própria definição do conceito, com outras palavras, qual é o significado do conceito em estudo. Vygotsky (2009) afirmou que esse método possui duas limitações: a primeira é que a investigação recai somente sobre os conceitos prontos, não se estuda o processo de sua formação; a segunda é a centralização do estudo na palavra, negligenciando o material sensorial que, principalmente na criança, compõe o vínculo essencial para a formação do conceito.

Já o método da abstração consiste em buscar que a criança identifique um aspecto semelhante a partir da apresentação de diferentes objetos ou outros dados sensoriais e concretos. Tal metodologia, segundo Vygotsky (2009), também é incompleta, pois, ela

simplifica o processo de abstração reduzindo-o somente a um aspecto, sem considerar a complexidade do processo sintético que subjaz à palavra.

O desenvolvimento dos conceitos tem sua raiz na fase mais precoce da criança e evolui num movimento que configura as funções psicológicas em diferentes etapas e em modos de funcionamento diversos que possuem um papel funcional distinto em cada uma delas.

Ao identificar os fatores que levam ao desenvolvimento, Vygotsky (2009) apontou que o meio social é o desencadeador de demandas que motivam o percurso por entre os estágios da formação de conceitos.

onde o meio não cria os problemas correspondentes, não apresenta novas exigências, não motiva, nem estimula com novos objetivos o desenvolvimento do intelecto, o pensamento do adolescente não desenvolve todas as potencialidades que efetivamente contém, não atinge as formas superiores ou chega a elas com um extremo atraso. (VYGOTSKY, 2009, p. 171).

Nas palavras de Vygotsky (2009): “O conceito surge quando uma série de atributos abstraídos torna a sintetizar-se, e quando a síntese abstrata assim obtida se torna forma basilar de pensamento com o qual a criança percebe e toma conhecimento da realidade que a cerca” (VYGOTSKY, 2009, p. 169).

Em síntese, o conceito é uma generalização, ou seja, uma maneira de dar significado aos objetos e fenômenos, e se expressa na palavra. Todos os estudos realizados por Vygotsky e seus colaboradores tiveram como foco a palavra e como se atribui significado a ela, enfim como o ser humano vai, ao longo de sua história, desenvolvendo significados.

A questão relativa à formação de conceitos é, para Vygotsky (2009), uma extensão do processo de internalização, caracterizando-se pelo confronto entre o conhecimento espontâneo e o científico. *o conceito espontâneo* é aquele que a criança aprende no seu dia-a-dia, no contato com os objetos e suas derivações no seu próprio ambiente de convivência. Já *o científico* consiste naquele conceito assimilado de forma sistematizada, transmitido intencionalmente por metodologias específicas e decorrentes do processo ensino-aprendizagem desenvolvido no ambiente escolar.

Interpretando Vygotsky, expõe Oliveira (1997) o seguinte:

Na concepção que Vygotsky tem do ser humano, portanto, a inserção do indivíduo num determinado ambiente cultural é parte essencial de sua própria continuação enquanto pessoa. É impossível pensar o ser humano privado do contato com um grupo cultural, que lhe fornecerá os instrumentos e signos que possibilitarão o desenvolvimento das atividades psicológicas mediadas, tipicamente humanas. O aprendizado, nesta concepção, é o processo fundamental para a construção do ser humano. O desenvolvimento da espécie está, pois, baseado no aprendizado que para

Vygotsky, sempre envolve a interferência, direta ou indireta, de outros indivíduos e a reconstrução pessoal da experiência e dos significados (OLIVEIRA, 1997, p. 78).

Segundo Leontiev, interpretado por Wertsch; Stone (2000), “[...] o processo de internalização não é a transferência de uma atividade externa para um plano de consciência interno, preexistente: é o processo no qual este plano é formado” (WERTSCH; STONE apud MORTIMER, 2000). Os autores citados argumentam, entretanto, que a formulação de Vygotsky envolve duas premissas distintas. Primeiro, que a internalização é relacionada a um processo social. Segundo, que a ideia de Vygotsky baseia-se na análise de mecanismos semióticos ou simbólicos, especialmente a linguagem, que é mediadora do funcionamento individual e social.

Assim, internalização é vista como parte de um quadro mais amplo preocupado em responder como a consciência emerge da vida social humana. O esquema geral de desenvolvimento começa com atividade social externa e termina com atividade individual interna. A descrição vygotskiana de mecanismos semióticos fornece a ponte que conecta externo com interno e social com individual (WERSCH; STONE apud MORTIMER, 2000, p.152).

## **2. A Formação de Conceitos Científicos**

Quando se discute sobre a formação de conceito científico, faz-se referência ao seu processo no contexto da escola como instância sistematizadora desse tipo de conhecimento. Cada disciplina, cada atividade específica que o estudante realiza, possui uma estreita relação com o curso do seu desenvolvimento, conseqüentemente torna-se necessário conhecer e explicitar a função que cada conteúdo desempenha no desenvolvimento da personalidade do aluno (NUÑEZ, 2009).

Na escola, o desenvolvimento do conceito científico começa pelo trabalho com o próprio conceito em si, por sua definição discursiva, seguido de atividades que pressupõem a definição do conceito na solução de diversos problemas, tais como: identificar, comparar, classificar, que são procedimentos relacionados à definição do conceito. “A gênese deste conceito se inicia não com o choque direto com as coisas, mas na relação mediatizada com o objeto” (DAVIDOV, 1983, p. 311).

Segundo o autor, nesse sentido, Vygotsky destacou três elementos psicológicos fundamentais próprios do processo de formação de conceitos científicos:

- a) o estabelecimento das dependências entre os conceitos, a formação de um sistema com eles, ou seja, de conceitos relacionados;
- b) a conscientização da própria atividade mental;



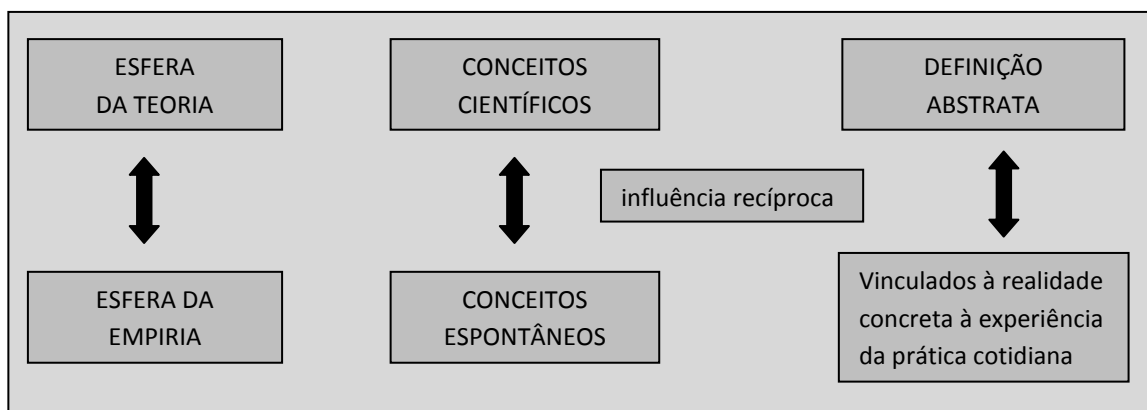
- c) a orientação, nos dois primeiros elementos, para que assimile uma relação especial com o objeto que lhe permita refletir nele, o fato que para as noções habituais é inacessível (a internalização da essência do objeto) (DAVÍDOV apud NÚÑEZ, 2009, p. 42).

Conforme já expusemos anteriormente, os conceitos espontâneos são os que se formam no cotidiano, fundamentalmente mediante tentativa e erro e sobre a base dos atributos comuns dos objetos, - que não são propriedades necessárias e suficientes - muitas vezes não essenciais e que se encontram organizados em um conjunto de relações não conscientes e sistematizadas. Como explica Talízina a seguir: “[...] no inconsciente das características essenciais é que Vygotsky viu o específico dos chamados conceitos espontâneos” (TALÍZINA apud NÚÑEZ, 2009, p. 43).

A ausência de percepção consciente das relações que se dão na estrutura de sua definição é que caracteriza os conceitos espontâneos. Diferentemente, os conceitos científicos fazem parte de um sistema hierárquico mais complexo, com diferentes níveis de organização, subordinação, baseados em princípios, leis e teorias científicas. Vygotsky, encontra a diferença psicológica principal entre conceitos científicos e conceitos espontâneos no tipo específico de sistema de generalidades.

A formação do conceito científico geralmente começa por sua definição verbal, pelo esclarecimento dos atributos essenciais e, com sua aplicação, alcança a variedade de objetos da realidade que representa, facilitando ao aluno ter uma clara consciência do conceito, ou seja, vai da definição teórica aos casos particulares, “caminho de cima para baixo”. “Os conceitos científicos se desenvolvem para baixo, por meio dos conceitos espontâneos, os conceitos espontâneos se desenvolvem para cima por meio dos conceitos científicos” (VYGOTSKY, 1999, p. 95).

Representação das relações entre conceitos científicos e espontâneos.



Fonte: (NÚÑEZ, 2009, p. 46).

No estudo dos conceitos científicos, os alunos devem descobrir nas fontes materiais objetivas desses conceitos a relação geral de partida de um ponto de vista genético, de sua origem, ou seja, daquilo que determina o conteúdo e a estrutura do conjunto de objetos que entram no conceito. “Conhecer a essência significa encontrar o geral como base, como fonte única de certa variedade de fenômenos, e após mostrar como o geral determina o surgimento e as relações mútuas dos fenômenos, ou seja, da existência do concreto” (DAVIDOV, 1988, p. 24). Na lógica da formação do pensamento teórico, a formação dos conceitos vai do universal, do geral, para suas manifestações particulares. O caminho é do abstrato ao concreto, uma vez que o conceito científico reflete os processos de transformação da relação universal em suas variadas formas particulares.

### 3. A Teoria da Atividade de Leontiev e a Formação de Conceitos Científicos

Alexei Nikolaevich Leontiev (1903-1979), psicólogo, figura principal da escola de Jarkov, destacado colaborador de L. S. Vygotsky, é considerado o expoente máximo da Teoria da Atividade. As suas principais contribuições para a referida teoria estão contidas nas obras: *Ensaio sobre o desenvolvimento da mente; Problemas do desenvolvimento da mente e Atividade, consciência e personalidade*. Segundo Talízina, para Leontiev, o papel da atividade prática dos sujeitos, as relações práticas com o mundo, eram mais importantes que os processos de comunicação, pois, para ele, a comunicação se dá na atividade prática.

Segundo Leontiev, a Teoria da Atividade é uma continuação e desenvolvimento da Teoria Histórico-Cultural, e não um ponto de vista alternativo. Segundo o autor, as ideias-chave da teoria de Vygotsky são mantidas na Teoria da Atividade de Leontiev, e ainda mais, Leontiev nunca refutou alguns dos fundamentos básicos da teoria Histórico-Cultural.

A atividade é o modo, especificamente humano, pelo qual o homem se relaciona com o mundo, diz Leontiev a seguir:

A atividade é uma unidade molar não aditiva da vida do sujeito corporal e material. Num sentido mais estreito, ou seja, ao nível psicológico, esta unidade da vida é mediada pelo reflexo psíquico, cuja função real consiste em que este orienta o sujeito no mundo dos objetos. Em outras palavras, a atividade não é uma reação, e sim um sistema que possui uma estrutura, passos internos, um desenvolvimento. (LEONTIEV apud NÚÑEZ, 2009, p. 64).

Para Leontiev, interpretado por Nuñez (2009) a educação é um processo de internalização e de apropriação da cultura produzida historicamente. Para o autor, a escola é

uma via importante pela qual a criança experimenta um conjunto de vivências diferenciadas do contexto do cotidiano, conseqüentemente, possibilitando a ela apropriar-se do conhecimento científico. A atividade de aprendizagem é também atividade de desenvolvimento. Nela, podem ser evidenciados dois objetos: o conteúdo, como objeto do conhecimento, e o próprio estudante, como objeto do desenvolvimento interno de sua personalidade. A atividade de aprendizagem é individual, social e cultural. É individual na medida que o aluno deve desenvolver a atividade para se apropriar dela. É social e cultural na medida que se usam regras e outras ferramentas da cultura e na medida que se aprende e se desenvolve nas interações sociais.

Segundo Leontiev, o conceito como formação psicológica é fruto da atividade. É necessário, portanto, que no processo ensino-aprendizagem sejam organizadas situações adequadas ao conceito em sua relação com a realidade. Assim, continua Leontiev, a atividade conceitual na criança não surge porque ela domina o conceito, mas, pelo contrário, domina o conceito porque aprende a agir conceitualmente, ou seja, a prática é conceitual.

De acordo com Talízina, interpretado por Nuñez (2009), o processo de assimilação pelo aluno é um tipo de atividade de apropriação e não de reações específicas que condicionam as suas condutas, como explicam as teorias condutivas e neocondutistas. A aprendizagem é considerada em termos das ações que o aluno realiza com o objeto de estudo, em um contexto social. Fora das relações sociais, da vida, da sociedade, a atividade humana não existe.

A Teoria da Atividade desenvolvida por A. N. Leontiev se constitui num recurso metodológico de suma importância para o planejamento de estratégias de ensino e, conseqüentemente, de aprendizagem, pois possibilita uma análise do conteúdo da atividade de aprendizagem ao delimitar a estrutura de seus componentes principais e as relações funcionais que entre eles se estabelecem. Nesse sentido, a direção do processo de ensino é assegurar a assimilação da atividade que o aluno deve realizar para a aprendizagem de um determinado conteúdo, seguindo os indicadores qualitativos determinados nos objetivos de ensino (TALÍZINA apud NÚÑEZ, 2009, p. 55).

Segundo a teoria da Atividade de Leontiev, na análise estrutural da aprendizagem como tipo de atividade, faz-se necessário delimitar:

- a) o papel do aluno no processo de aprendizagem, sua esfera de motivos, interesses, necessidades, nível de desenvolvimento de suas estratégias de aprendizagem e de suas habilidades para o estudo;
- b) as características do objeto de estudo;
- c) os procedimentos, técnicas e tecnologias a serem utilizados na situação de aprendizagem;

- d) os recursos ou meios de que se dispõe para a realização da atividade;
- e) os resultados previstos – objetivos, metas;
- f) a situação ou contexto da escola e do aluno;
- g) os resultados que serão alcançados – produto da atividade.

A delimitação de cada um desses componentes estruturais da atividade de estudo permite valorizar o papel de cada um deles na atividade a ser desenvolvida para atingir os objetivos propostos e analisar as implicações de cada um deles quando se produz um desvio em relação ao produto esperado.

Gonzalez (2009) afirma a seguinte ideia:

O processo de assimilação do conteúdo é um tipo de atividade. Para que o aluno aprenda é necessário que ele realize determinadas ações. É necessário que essas ações tenham uma natureza dada: que estejam sustentadas na atualização de funções psicológicas superiores. Isto é, que não sejam só ações meramente perceptíveis - reconhecer, representar - ou de memória - reproduzir. Por isso, para cada professor o problema central é organizar a atividade para a assimilação pelo aluno. (GONZALEZ apud NUÑEZ, 2009, p. 71-72).

Davidov (1988) considera que a análise das ideias de Vygotsky e Leontiev em relação ao problema do desenvolvimento psíquico permite concluir o que se segue:

- a) a educação e o ensino, em um sentido amplo, não é outra coisa senão que a apropriação e a reprodução, pelo aluno, das capacidades dadas histórica e socialmente;
- b) a educação e o ensino, são as formas universais do desenvolvimento psíquico do homem.
- c) a apropriação e o desenvolvimento não podem se comportar como dois processos independentes, pois se correlacionam como a forma e o conteúdo do processo único do desenvolvimento psíquico humano (DAVIDOV, 1988, p. 57).

#### **4. A Ascensão do Abstrato ao Concreto no Ensino**

Vasili Vasilievich Davydov nasceu em 1930 e morreu em 1998. Membro da Academia de Ciências Pedagógicas, doutor em psicologia, professor universitário, escreveu vários livros, entre eles: *Tipos de generalización en la enseñanza*, *Problemas de la enseñanza y del desarrollo*, *La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico*. Pertence à terceira geração de psicólogos russos e soviéticos, desde os trabalhos do grupo inicial de Vygotsky realizados nas décadas de 1920 e 1930.

O núcleo da teoria de Davídov é o método de ascender do abstrato para o concreto. Esta é uma abordagem epistemológica geral, usada por Karl Marx em *O Capital*, para derivar

uma teoria abrangente e concreta do capitalismo com base na “célula germinativa” ou “germe” abstrato e simples da mercadoria como uma unidade contraditória de valor de uso e valor de troca, demonstra como esse método pode ser transformado numa poderosa estratégia de aprendizagem e ensino:

Quando se movem rumo à aquisição de qualquer assunto acadêmico, os alunos, com a ajuda do professor, analisam o conteúdo do material curricular e identificam a relação primária geral nele, fazendo ao mesmo tempo a descoberta de que esta relação é manifestada em várias outras relações particulares encontradas no dado material. Registrando de alguma forma referencial a relação geral primária que foi identificada, os alunos com ela constroem uma abstração substantiva do assunto em estudo. Continuando sua análise do material curricular, eles detectam o vínculo governado por regras que há entre essa relação primária e suas diversas manifestações, e com isso obtêm uma generalização substantiva do assunto em estudo. As crianças utilizam consistentemente abstração e generalização substantivas para deduzir (de novo com a ajuda do professor) outras abstrações mais particulares e uni-las num assunto acadêmico integral (concreto). Quando os alunos começam a fazer uso da abstração primária e da generalização primária como meio de deduzir e unificar outras abstrações, eles transformam a formação mental primária num conceito que registra o “germe” do assunto acadêmico. Esse “germe” subseqüentemente serve às crianças como princípio geral por meio do qual podem se orientar na inteira multiplicidade do material curricular factual que têm de assimilar em forma conceitual por meio de uma ascensão do abstrato para o concreto (DAVYDOV apud ENGSTRÖM, 2002, p. 185).

A Teoria do Ensino Desenvolvidor de Davíдов recebeu essa denominação por apoiar-se na tradição vygotskiana que procura compreender o bom ensino como aquele que impulsiona e amplia o desenvolvimento das capacidades cognitivas mediante a formação de conceitos e o desenvolvimento do pensamento teórico-científico (LIBÂNEO, 2004). Davíдов chegou à formulação de sua teoria após verificar em suas pesquisas sobre aprendizagem a insuficiência de um ensino baseado apenas na formação do pensamento empírico, descritivo, classificatório. Recorrendo ao método da ascensão do pensamento abstrato ao pensamento concreto, a partir da dialética materialista-histórica, passou a desenvolver as bases de um ensino voltado para a formação do pensamento teórico-científico (DAVYDOV, 1983, 1987, 1988). Trata-se de um processo pelo qual se revela a essência, a origem e o desenvolvimento dos objetos de conhecimento como caminho de construção do conceito. Ao aprender um conteúdo o sujeito adquire os métodos e estratégias cognitivas gerais que são intrínsecos a esse conteúdo, convertendo-os em procedimentos mentais para analisar e resolver problemas e situações concretas da vida prática. Desse modo, o pensamento teórico se desenvolve no aluno pela formação de conceitos e pelo domínio dos procedimentos lógicos do pensamento que, pelo seu caráter generalizador, permitem sua aplicação em vários âmbitos da aprendizagem. Em outras palavras, para pensar e atuar com um determinado saber é necessário que o aluno se aproprie do processo histórico real da gênese e desenvolvimento

desse saber. “A essência do pensamento teórico consiste em que se trata de um procedimento especial com o qual o homem enfoca a compreensão das coisas e dos acontecimentos por meio da análise das condições de sua origem e desenvolvimento” (DAVÍDOV, 1988, p. 9).

O objetivo da aprendizagem, assim, é alcançado pela formação de conceitos abstratos para além da experiência sensível imediata. Davídov, ampliando as formulações de Vygotsky sobre formação de conceitos científicos e generalização, escreve que o conteúdo da atividade de aprendizagem é o conhecimento teórico-científico e as capacidades intelectuais associadas a um certo conhecimento. Por meio das ações mentais que se formam no estudo dos conteúdos, a partir do conceito teórico geral desse conteúdo, vão desenvolvendo competências e habilidades de os sujeitos aprenderem por si mesmos, ou seja, de exercerem a atividade do pensar.

O ensino voltado para o desenvolvimento do pensamento teórico-científico requer do professor que ele leve os alunos a “[...] colocarem-se efetivamente em atividade de aprendizagem”. Na atividade de aprendizagem os alunos devem formar conceitos e com eles operar mentalmente (procedimentos lógicos do pensamento), por meio do domínio de símbolos e instrumentos culturais socialmente disponíveis, e que na disciplina estudada encontram-se na forma de objetos de aprendizagem (conteúdos). Assim, os alunos estarão desenvolvendo conhecimento teórico-científico. O objetivo primordial do professor na atividade de ensino é promover e ampliar o desenvolvimento mental de seus alunos, provendo-lhes os modos e as condições que assegurem esse desenvolvimento. Em termos práticos, significa que o professor irá fornecer ao aluno as condições para o domínio dos processos mentais para a interiorização dos conteúdos, formando em sua mente o pensamento teórico-científico (FREITAS; LIBÂNEO, 2007).

Davídov enfatiza que a estratégia de ascender do abstrato para o concreto leva a um novo tipo de conceito teórico, raciocínio teórico e consciência teórica. O termo teoria, neste caso, não é entendido como um conjunto de proposições fixadas, mas como “uma instrumentação para a dedução de mais relações particulares” de uma relação geral sobre o assunto. Conceitos teóricos acarretam funções cognitivas de alto nível, como reflexão, análise e planejamento.

Davídov também se inspirou na proposta pedagógica de Hegel que preconizava que o ensino deve focalizar o pensamento teórico, cuja instrução pode ser obtida partindo-se do componente abstrato para o concreto. Em outras palavras, o professor deve orientar os alunos primeiramente a identificarem o componente abstrato da disciplina em estudo, o princípio essencial que explica todos os fenômenos estudados pela disciplina, e, em seguida, levá-los a

observar como esse elemento abstrato se manifesta empiricamente. A palavra abstrato deve ser entendida, aqui, segundo a lógica dialética, ou seja, como um princípio essencial ou básico que explica vários fenômenos.

A estratégia de ascender do abstrato para o concreto tem dois traços característicos. Primeiro, ela se move do geral para o particular, porque os estudantes inicialmente buscam e registram o “germe” primário geral, em seguida deduzem vários aspectos particulares do assunto usando esse “germe” como esteio principal. Segundo, essa estratégia é essencialmente genética, visando descobrir e reproduzir as condições de origem dos conceitos a serem adquiridos (DAVIDOV, 1988, p. 82).

O pensamento empírico faz exatamente o contrário: focaliza nas características perceptíveis pelos sentidos e as classifica em grupos. O objetivo maior do pensamento empírico constitui-se simplesmente na taxionomia de traços facilmente percebidos pelos sentidos humanos. Já o pensamento teórico busca fundamentalmente explicar, através de um princípio básico, uma variedade de fenômenos, incluindo os traços empíricos. Para o pensamento teórico, o empírico (ou elemento concreto) constitui-se na manifestação do teórico (ou elemento abstrato); o concreto subordina-se ao abstrato.

Davidov distingue seis ações de aprendizagem constitutivas da atividade de aprendizagem que segue a lógica de ascender do abstrato para o concreto:

1. transformação dos dados condições da tarefa a fim de revelar a relação universal do objeto em estudo (criação e desenvolvimento do problema);
2. modelação da relação diferenciada em forma objetiva, gráfica ou por meio de letras (criação de modelos);
3. transformação do modelo da relação a fim de estudar suas propriedades em sua "forma pura" (modificação dos modelos);
4. Estruturação do sistema de tarefas particulares que são resolvidas por um procedimento geral; (aplicação dos modelos para a solução de um problema);
5. Controle sobre cumprimento das ações precedentes; (monitoramento da aprendizagem)
6. Avaliação da assimilação do procedimento geral que resulta da resolução da tarefa de aprendizagem dada. (avaliação da aprendizagem.) (DAVIDOV, 1988, p. 181).

A primeira ação de aprendizagem (pode-se dizer principal), é a transformação dos dados da tarefa de aprendizagem com a finalidade de descobrir a relação universal do objeto, que deverá ser refletida no correspondente conceito teórico. Essa atividade pode partir de exemplos concretos e problemas a serem solucionados em um processo de investigação empreendido pelos alunos e orientado pelo professor. As aulas e tudo o que ocorre nelas visa a solucionar esse problema, que deve ser relevante para os alunos.

Uma vez estabelecido o problema, o professor junto com os alunos elaboram modelos que consistem na visualização do seu entendimento do que está sendo ensinado. Esses

modelos devem representar o componente abstrato do conteúdo em foco, permitindo que os alunos relacionem conceitos estudados e promovam o desenvolvimento do pensamento teórico. À medida que o ensino progride, o professor estimula os alunos a modificarem seus modelos. Os modelos de aprendizagem constituem um elo internamente imprescindível no processo de assimilação dos conhecimentos teóricos e dos procedimentos generalizados de ação.

A fase seguinte consiste em o professor oferecer exercícios que permitam aos alunos aplicarem os modelos para explicar algum fenômeno - a verificação de como o componente abstrato se manifesta no componente concreto. A orientação dos alunos para a relação universal do objeto estudado serve de base para formar neles certo procedimento geral de solução da tarefa de aprendizagem e assim formar o conceito do “núcleo” do objeto. O aluno deve saber o porquê de estar fazendo o que está fazendo.

Na ação, “Estruturação do sistema de tarefas particulares que podem ser resolvidas por um procedimento geral”, permite-se que os estudantes concretizem a tarefa de aprendizagem inicial e a convertam na diversidade de tarefas particulares que podem ser solucionadas por um procedimento geral, assimilado durante a execução das tarefas de aprendizagem anteriores. As ações de aprendizagem estão dirigidas para que os alunos descubram as condições de surgimento do conceito que eles vão assimilando - para que e como se separa o seu conteúdo, por que e em que ele pode ser identificado? Por que esse conteúdo é registrado e de que forma? Em que casos particulares se manifesta depois? É como se os alunos fossem construindo o conceito, ainda que sob a orientação sistemática do professor, embora a natureza dessa orientação mude gradualmente o grau de autonomia exibido pelo aluno.

As ações de aprendizagem de controle e avaliação exercem um grande papel na assimilação, pelos alunos, dos conhecimentos. Essa ação consiste em determinar a correspondência entre outras ações de aprendizagem e as condições e exigências da tarefa de aprendizagem. O monitoramento assegura a plenitude na composição operacional das ações e a forma correta de sua execução.

A ação de avaliação possibilita determinar se está ou não assimilado, e em que medida, o procedimento geral de solução da tarefa de aprendizagem e se o resultado das ações de aprendizagem correspondem ao objetivo final. É através da avaliação que os alunos saberão se resolveram ou não determinada tarefa de aprendizagem.

A interação social também é extremamente relevante, pois, segundo Vygotsky, o ser humano se desenvolve psicologicamente em interação com um indivíduo mais capaz. Deve-se ressaltar que esses atos não se realizam necessariamente em uma sequência cronológica.

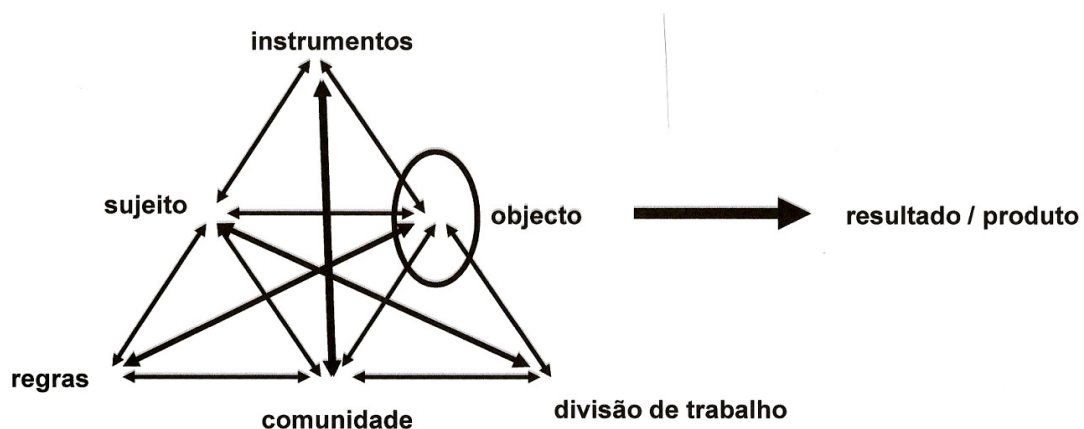


“O conhecimento adquirido na escola é em geral de uma qualidade tal que não consegue se tornar uma instrumentalidade viva para dar conta da multidão espantosa de fenômenos naturais e sociais encontrados pelos alunos fora da escola” (ENGESTRÖM, 2002, p. 185). Em outras palavras, o conhecimento escolar se torna e permanece estático porque não é ensinado geneticamente, isto é, seus germes nunca são descobertos pelos alunos e, portanto, os alunos nunca terão a oportunidade de usar esses germes para deduzir, explicar, prever e controlar na prática fenômenos e problemas concretos em seu ambiente.

As proposições enunciadas por Davíдов (como já foi mencionado anteriormente) destacam certos aspectos lógicos e psicológicos das habilidades fundamentais que devem ser formadas nos alunos durante a assimilação de uma matéria escolar. À medida que um programa de matéria inclui tanto habilidades como conhecimentos, as habilidades mencionadas devem também ser incluídas nele. Essas habilidades devem ter um caráter de natureza educacional, pois correspondem às ações por meio das quais se concretiza a atividade de aprendizagem.

Segundo Davíдов, um importante componente da matéria escolar é o método de seu ensino, que é determinado pelo seu conteúdo e pelo programa. Se o conteúdo da matéria escolar está estruturado conforme o princípio da ascensão do pensamento abstrato ao concreto, o método de ensino a ser empregado pelo professor deve assegurar uma atividade de aprendizagem em cuja realização as crianças possam assimilar de forma precisa esse conteúdo.

Abaixo apresentamos um modelo davydoviano para a assimilação e compreensão de um fenômeno físico



|               |   |
|---------------|---|
| Instrumentos: | O método ascendente do abstrato ao concreto |
| Sujeito:      | O aluno e o grupo                           |
| Objeto:       | Fenômeno físico a ser estudado              |

|                      |   |
|----------------------|---|
| Regras:              | Código de comportamento e padrões de pontuação                  |
| Comunidade:          | A sala de aula  |
| Divisão do trabalho: | Professores ensinam e controlam, alunos estudam                 |
| Resultado:           | Um conceito teórico que explica e relaciona o fenômeno estudado |

Fonte: Adaptado de: Engeström (2002).

## 5. O Movimento Duplo no Ensino

A maior parte do conhecimento escolar tende a ser do tipo de conhecimento empírico, ou seja, conhecimento em forma de fatos ou conhecimento de texto. Na visão de Davíдов a tarefa da escola deveria ser a de ensinar aos alunos conceitos científicos de um modo teórico aplicando um procedimento epistemológico teórico. Os conceitos espontâneos das crianças são, desse modo, ampliados para incluir conceitos teóricos científicos. Se os conceitos científicos forem apreendidos como conceitos empíricos, os alunos terão dificuldades em relacionar o que aprendem na escola com o meio em que vivem. O conceito de zona de desenvolvimento proximal pode ser utilizado para guiar os alunos, dos conceitos científicos aprendidos e entendidos para os conceitos espontâneos, por meio de um método de ensino que Mariane Hedegaard chama de *movimento duplo no ensino*: “o professor deve guiar o ensino com base nas leis gerais, enquanto as crianças devem se ocupar com essas leis gerais na forma mais clara possível por meio da investigação das manifestações dessas leis”. (HEDEGAARD, 2002, p. 210). Continua essa autora afirmando o seguinte:

Na abordagem do duplo movimento, enfatizamos as relações entre conceitos cotidianos já adquiridos pelas crianças, conceitos da matéria e conhecimento local. O principal ponto do duplo movimento no ensino é criar tarefas de aprendizagem que podem integrar o conhecimento local com relações conceituais nucleares de uma matéria, de modo que o aluno possa adquirir o conhecimento teórico a ser utilizado em suas práticas locais. [...] Na abordagem do duplo movimento, o plano de ensino do professor deve avançar de características abstratas e leis gerais de um conteúdo para a realidade concreta, em toda a sua complexidade. Inversamente, a aprendizagem dos alunos deve ampliar-se de seu conhecimento pessoal cotidiano para as leis gerais e conceitos abstratos de um conteúdo (HEDEGAARD, 2002, p. 211).

A base para o ensino é a divisão da atividade de aprendizagem em três diferentes tipos de ação: delineamento do problema; solução do problema e construção do problema; avaliação e controle. As atividades de aprendizagem dos alunos podem ser caracterizadas como investigações dirigidas. Trabalhando com as relações conceituais centrais e os

procedimentos que caracterizam a Física, as crianças adquirem os conceitos científicos da Física.

O caminho para a formação e operação com conceitos é o proposto por Davidov nas seis ações didáticas mencionadas anteriormente.

## 6. A Motivação dos Alunos

Não adianta o professor selecionar o conteúdo, observar os objetivos, organizar a atividade de aprendizagem que leve os alunos a pensar, passando por experimentos mentais, se ele não preparar tarefas que mobilizem os motivos dos alunos, de modo a articular os conteúdos curriculares com os conhecimentos e experiências que os alunos trazem à sala de aula. Se não agir dessa maneira poderá ocorrer um desinteresse generalizado em sala de aula.

Necessidades e desejos compõem a base sobre a qual as emoções funcionam. O termo “esfera das necessidades e emoções” surgiu na psicologia e não sem razão. A partir de nossas observações da vida real e de alguns dados de pesquisa, podemos entender que as emoções e necessidades não podem ser consideradas separadamente, pois as necessidades se mostram através de manifestações emocionais. (DAVIDOV, 1999, p.7).

Davydov (1999), concorda com Leontiev sobre o entendimento de que a atividade é constituída de necessidades, tarefas, ações e operações, mas acrescenta um componente que modifica substantivamente a formulação inicial. Trata-se do desejo, enquanto núcleo básico de uma necessidade:

Acredito que o desejo deve ser considerado como um elemento da estrutura da atividade. [...] O termo desejo reproduz a verdadeira essência da questão: as emoções são inseparáveis de uma necessidade. [...] Em seus trabalhos, Leontiev afirma que as ações são conectadas às necessidades e motivos. [...] Ações, como formações integrais, podem ser conectadas somente com necessidades baseadas em desejos - e as ações ajudam na realização de certas tarefas a partir dos motivos (DAVYDOV, 1999, p.41).

Como despertar o interesse do aluno em adquirir conhecimentos novos, diferentes do que já conhece, como tornar a aprendizagem dos conhecimentos científicos em sala de aula num desafio prazeroso, tanto para o professor quanto para o conjunto dos alunos? O aluno em questão é o sujeito da própria aprendizagem. Tem expectativas individuais, está em busca de relações pessoais, participa de novos grupos e aprende como conviver e partilhar

conhecimentos. É portador de saberes e experiências que adquire constantemente em suas vivências.

Nessa perspectiva, a sala de aula passa a ser espaço de trocas reais entre os alunos e entre eles e o professor, diálogo que é construído entre os conhecimentos sobre o mundo onde se vive. Essa relação de desafio e de construção coletiva, é alimentada pela percepção do grupo de suas conquistas e pelos novos desafios que se apresentam. Trazer o mundo externo para dentro da escola, propiciar o acesso a novas formas de compreendê-lo, faz parte dessa alimentação. Propiciar o novo em Física é trazer para o ambiente escolar as notícias de jornal, as novidades da Internet, etc.

A teoria do ensino desenvolvimental, proposta por Davídov, afirma que, à medida que os alunos se relacionam em torno de ações pedagógicas mediadas pelo professor, vão assimilando as propriedades do conhecimento teórico; dependendo do grau (intencionalidade) da mediação podem ter ampliada sua vontade (desejo) em aprender e internalizar o conteúdo com compreensão. Conteúdo esse necessário ao desenvolvimento de habilidades (funções mentais) e competências para satisfação de suas necessidades a curto, médio e longo prazos.

### **CAPÍTULO III**

## **A ATUAÇÃO DA PROFESSORA E A FORMAÇÃO DE AÇÕES MENTAIS DE ALUNOS EM UM TÓPICO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO**

Este capítulo apresenta a realização da pesquisa e a descrição e análise das observações feitas nas aulas desenvolvidas no experimento didático, especialmente em relação à atividade docente da professora e o envolvimento dos alunos na atividade de aprendizagem, no decurso da qual se pretendeu a formação de ações mentais a partir de um plano de ensino sobre o tópico “Movimentos”, do programa de Física para o 1º ano do Ensino Médio.

### **1. Identificação da Pesquisa**

#### 1.1. Informações gerais

Conforme apresentado na introdução, o objetivo desta pesquisa foi o de analisar e avaliar os efeitos, em termos de formação de ações mentais nos alunos, da aplicação do plano de ensino de um tópico de Física numa classe de 1º ano do ensino médio. Considerando que o ensino de Física comumente privilegia os cálculos referentes aos conceitos físicos, esta pesquisa pretendeu trabalhar em classe uma outra proposta baseada em tarefas de aprendizagem que impulsionassem a motivação dos alunos e sua própria atividade no domínio dos conceitos, proporcionando na classe tarefas de aprendizagem de tipo cooperativo, para propiciar ao aluno o desenvolvimento de processos mentais.

A investigação, na forma de experimento didático, foi desenvolvida dentro da abordagem da pesquisa qualitativa em educação, segundo Biklen; Bogdan (1982). Estes autores apontam cinco características básicas que são próprias da pesquisa qualitativa:

- Na investigação qualitativa a fonte direta dos dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal. A pesquisa qualitativa supõe o contato direto e prolongado do pesquisador com o ambiente que está sendo investigado, via de regra, através do trabalho intensivo de campo.
- A investigação qualitativa é descritiva. Os resultados escritos da investigação contêm citações feitas com base nos dados para ilustrar e substanciar a apresentação.
- Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos. A ênfase no processo tem sido particularmente útil na investigação educacional.

- Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva. Para um investigador qualitativo que planeje elaborar uma teoria sobre o seu objeto de estudo, a direção desta só se começa a estabelecer após o recolhimento dos dados.
- O significado é de importância vital na abordagem qualitativa. Por outras palavras, os investigadores qualitativos preocupam-se com aquilo que se designa por perspectivas participantes.

As características apontadas, tais como a presença do pesquisador num ambiente natural, a descrição de dados observados no processo de realização de uma atividade e o significado trazido pela atividade, combinam bem com o procedimento de pesquisa escolhido, que foi o experimento didático. Com efeito, como já mencionado, nossa pesquisa consistiu do planeamento conjunto entre o pesquisador e a professora da classe, de conteúdos e estratégias de aprendizagem, durante um semestre letivo, numa classe de 1º ano do Ensino Médio, apoiado nos princípios da Teoria do Ensino Desenvolvimental de V. Davídov.

O experimento de ensino é a forma de se realizar um experimento formativo em condições específicas de sala de aula. É uma intervenção pedagógica por meio de um plano intencional, visando interferir nas ações mentais e provocar mudanças em relação a níveis futuros esperados de desenvolvimento mental. O experimento é uma ação docente deliberada para ajudar o aluno a aprender conteúdos com significado, a desenvolver ações mentais visando dominar e usar conceitos, com o acompanhamento passo a passo da formação dessas ações mentais durante o processo.

Segundo Freitas (2008), o experimento didático é utilizado na investigação pedagógica que busca explorar uma questão central: que relação há entre a didática e o desenvolvimento cognitivo dos alunos? Esta questão se delinea por dentro do materialismo dialético e ampara-se em referências teóricas como a teoria histórico-cultural de Vygotsky, a teoria da atividade de Leontiev e a teoria do ensino desenvolvimental de Davídov.

No experimento didático não há uma separação entre sujeito que investiga, sujeito investigado e objeto da investigação. A investigação resulta em um conhecimento que busca explicar o objeto estudado, procurando também resultar em mudança qualitativa no sujeito investigado. A tarefa proposta e os passos da tarefa estão ancorados em um determinado conceito científico a ser aprendido. A organização desses passos, como já foi citado, está ancorada em princípios da teoria histórico-cultural e da teoria do ensino desenvolvimental.

O próprio experimento funciona com mediação, como um signo externo. Vygotsky, relatando suas pesquisas, escreveu o seguinte:

Pode-se chamar isso de estágio de signos externos. Ele se caracteriza pela formação independente de relações novas nas operações internas da criança usando signos apresentados externamente. [...] Nossa abordagem do estudo das funções cognitivas não requer que o experimentador forneça aos sujeitos os meios já prontos, externos ou artificiais, para que eles possam completar com sucesso uma tarefa dada. O experimento é igualmente válido se, ao invés de o experimentador fornecer às crianças meios artificiais, esperar até que elas, espontaneamente, apliquem algum método auxiliar ou símbolo novo que elas passam então, a incorporar em suas operações (VYGOTSKY, 2007, p. 55).

## 1.2 As fases da pesquisa e os procedimentos

A fase preparatória consistiu do planejamento do experimento didático: a definição do tópico de Física a trabalhar, as atividades, a elaboração dos elementos básicos do plano de ensino, a escolha da professora para realizar o experimento e sua preparação em alguns aspectos teóricos e práticos da proposta do ensino para o desenvolvimento. Não houve dificuldades para a realização dessa fase preparatória porque, desde que se definiu como objeto da pesquisa a realização de um experimento didático, o pesquisador recorreu a uma professora que era sua colega de trabalho na mesma escola onde trabalhava. A professora escolhida já possuía uma boa experiência profissional e, embora não tivesse domínio prévio da concepção de ensino desenvolvimental, dispôs-se a fazer leituras de textos, buscando, dentro do possível, assimilar a proposta metodológica decorrente dessa teoria.

Consideramos oportuno apresentar algumas informações sobre o plano de ensino elaborado já que, no dizer de Davíдов, “a realização do experimento formativo pressupõe a projeção e modelação do conteúdo das formações mentais novas a serem formadas, dos meios psicológicos e pedagógicos e das vias de sua formação” (DAVIDOV, 1999).

De fato, nosso primeiro passo foi fazer uma análise do conteúdo a ser trabalhado, não esquecendo que o professor recebe da instituição de ensino uma ementa na qual consta todo o programa a ser lecionado durante o ano. A análise do conteúdo refere-se aos fundamentos conceituais da matéria. Visa identificar as relações básicas principais que dão suporte a um tópico do conteúdo. Se o professor consegue identificar essas relações principais, torna-se possível reconhecer os demais conceitos necessários para dominar o conteúdo. O procedimento da análise do conteúdo seguiu as orientações para elaboração de plano de ensino buscadas em Libâneo e Freitas (2009), de acordo com a didática do ensino desenvolvimental:

- a) identificar o núcleo conceitual da matéria (princípio geral básico), que, neste caso, foi a ideia de movimento, e as relações gerais básicas.
- b) construir a rede de conceitos básicos que dão suporte a esse núcleo conceitual, com as devidas relações e articulações.

- c) fazer um estudo da gênese e dos processos investigativos do conteúdo, de modo a identificar as ações mentais, habilidades cognitivas gerais a serem formadas no estudo dessa matéria.
- d) formular tarefas de aprendizagem, com base em situações problema que possibilitem a formação de habilidades cognitivas gerais e específicas em relação à matéria dada.
- e) fazer a previsão de avaliações para verificar se o aluno desenvolveu ou está desenvolvendo a capacidade de utilizar os conceitos como ferramentas mentais.

O plano de ensino que propusemos foi dividido em unidades (plano de aulas), por meio do qual cada unidade representou um conjunto estruturado de atividades de ensino e aprendizagem, numa sequência lógica segundo Davidov, visando os objetivos de aprendizagem. Os planos de aulas forneceram os indicadores qualitativos daquilo que esperávamos que os alunos aprendessem. De acordo com a Teoria do Ensino Desenvolvimental, o ensino consiste na mediação do professor na relação do aluno com o objeto de estudo, ou seja, a mediação do professor ajuda o aluno a formar e desenvolver capacidades intelectuais por meio dos conteúdos, isto é, através do conteúdo e da mediação do professor, o aluno internaliza os conceitos. Conforme Freitas; Libâneo (2009):

o professor, ao identificar as relações básicas (o método teórico geral), isto é, as relações nucleares de um conteúdo para efeito de ensino, recorre aos saberes constituídos decorrentes da investigação, [...] aos produtos da investigação. Cabe ao professor organizar o ensino para que o aluno reconstrua o objeto na sua mente, reproduzindo, pelo seu estudo, o processo de construção do conceito feito pelos cientistas (FREITAS; LIBÂNEO, 2009).

Em nosso plano de ensino procuramos não nos esquecer dos motivos dos alunos, pois, para promover mudanças qualitativas no modo de ser e agir dos alunos, precisamos considerar os seus motivos e atuar sobre eles. Segundo Davidov, uma boa análise do conteúdo possibilita extrair tarefas de aprendizagem para os alunos com suficiente atrativo para canalizar seus motivos para o conteúdo. Ao fazer a análise do conteúdo, em função do plano de ensino, o professor necessita fazer também a análise dos motivos.

Para fazer essa análise dos motivos, levamos em conta em primeiro lugar a fase de desenvolvimento dos alunos pesquisados e constatamos que a totalidade dos alunos era formada de adolescentes, onde a atividade principal são as relações com os outros colegas, isto é, a atividade coletiva.

Não podemos esquecer que esses motivos são também culturais, por isso, fizemos uma análise dos fatores socioculturais, individuais e coletivos, dos alunos da turma, através de um



questionário buscando conhecer o grau de escolaridade dos pais, profissão, renda e estrutura familiar, isto é, se o aluno mora com os pais ou com algum parente, repúblicas de jovens, etc.

A seguir, apresentamos o Plano de Ensino elaborado para o experimento.

### PLANO DE ENSINO

### UNIDADE 1

Disciplina: Física  
 Tópico: Introdução à Mecânica  
 Curso: 1º ano do Ensino Médio  
 Número de aulas: 01 aula (01 semana)  
 Duração da aula: 1h30min  
 Número de alunos por turma: 30  
 Professora: Thais

| Conteúdo                  | Objetivos específicos   | Desenvolvimento metodológico  | Avaliação   |
|---------------------------|---|---|---|
| 1. Movimento e repouso    | Compreender a importância do sistema de referência para determinar se um corpo está em repouso ou em movimento. | Utilizando os seus conhecimentos e a sua experiência, a professora fará uma introdução do tópico a ser estudado, procurando explorar os conhecimentos prévios dos alunos para depois avançar na formação dos conceitos científicos. Ela reforçará a ideia central desta unidade que é o estudo dos movimentos, destacando o conceito nuclear de “movimento”. As tarefas propostas serão resolvidas pelos alunos de tal maneira que aqueles que têm mais facilidade em internalizar o conteúdo ajudam os colegas que estão com dificuldades e todos serão supervisionados pela professora. | A avaliação será feita através de: atividades individuais e em grupos, participação do aluno durante as aulas, exposições orais.  |
| 2. Sistemas de referência |   |   | A avaliação terá como meta principal o progresso do aluno na internalização do “procedimento geral” e dos conceitos estudados, na capacidade para aplicar esses conceitos na resolução de problemas.  |
| 3. Trajetória             | Identificar a trajetória  |   | A avaliação será tratada como uma estratégia de ensino, assumindo caráter formativo, integrada ao processo ensino-aprendizagem, permitindo ao aluno a consciência do seu conhecimento adquirido e ao professor o controle que possibilite a melhoria de sua prática pedagógica. |
| 4. Translação e rotação   | descrita por um corpo em movimento.<br><br>Reconhecer a diferença entre movimento de translação e rotação.      | Os exercícios de reforço serão resolvidos em casa pelos alunos e posteriormente corrigidos pela professora.   | O regimento interno da escola prevê que ao final de cada bimestre seja atribuída uma nota para cada aluno. Para o aluno que ao final do semestre letivo estiver com uma média abaixo de 6,0 (seis) será facultativa uma recuperação de conteúdo.                                |

## PLANO DE ENSINO

## UNIDADE 2

Disciplina: Física  
 Tópico: Velocidade escalar  
 Curso: 1º ano do Ensino Médio  
 Número de aulas: 02 aulas (02 semanas)  
 Duração da aula: 1h30min  
 Número de alunos por turma: 30  
 Professora: Thais

| Conteúdo   | Objetivos específicos   | Desenvolvimento metodológico  | Avaliação  |
|--|---|---|--|
| 1. Uma definição particular de velocidade escalar média.<br>2. Velocidade escalar instantânea.<br>3. Movimento uniforme.<br>4. O sinal da velocidade escalar média.<br>5. Equação horária dos espaços ou das abscissas | <p>Interpretar os dados coletados no problema proposto e as suas respectivas unidades de medida, fazendo as conversões necessárias.</p> <p>Diferenciar velocidade escalar média de velocidade escalar instantânea.</p> <p>Compreender o significado da expressão: movimento uniforme.</p> <p>Interpretar uma trajetória e identificar as abscissas.</p> <p>Interpretar o sinal da velocidade escalar média.</p> <p>Construir e resolver uma equação horária de um certo movimento uniforme.</p> | <p>Durante a apresentação do conteúdo, utilizando conversação dirigida com alunos e outros recursos didáticos (principalmente modelação), a professora retomará o conceito nuclear de “movimento”, por meio de exemplos, problemas, dialogando com os alunos. Os exemplos apresentados no livro texto serão resolvidos e comentados pelo professor e os exercícios de aplicação do livro texto utilizado serão resolvidos em sala de aula pelos alunos acompanhados pela professora, que reforçará a idéia central desta unidade que é o estudo da velocidade escalar média, a partir do conceito nuclear de movimento.</p> <p>Os exercícios de reforço serão resolvidos em casa pelos alunos e posteriormente corrigidos pelo professor.</p> | <p>A avaliação será feita através de: atividades individuais e em grupos, participação do aluno durante as aulas, exposições orais.</p> <p>A avaliação terá como meta principal o progresso do aluno na internalização do “procedimento geral” e dos conceitos estudados, na capacidade para aplicar esses conceitos na resolução de problemas.</p> <p>A avaliação será tratada como uma estratégia de ensino, assumindo caráter formativo, integrada ao processo ensino-aprendizagem, permitindo ao aluno a consciência do seu conhecimento adquirido e ao professor o controle que possibilite a melhoria de sua prática pedagógica.</p> <p>O regimento interno da escola prevê que ao final de cada bimestre seja atribuída uma nota para cada aluno. Para o aluno que ao final do semestre letivo estiver com uma média abaixo de 6,0 (seis) será facultativa uma recuperação da conteúdo.</p> |

## PLANO DE ENSINO

## UNIDADE 3

Disciplina: Física  
 Tópico: Movimento Uniformemente Variado (MUV)  
 Curso: 1º ano do Ensino Médio  
 Número de aulas: 02 aulas (02 semanas)  
 Duração da aula: 1h30min  
 Número de alunos por turma: 30  
 Professora: Thais

| Conteúdo  | Objetivos específicos   | Desenvolvimento metodológico  | Avaliação   |
|---|---|---|---|
| 1. Aceleração escalar média.<br><br>2. Aceleração escalar instantânea.<br><br>3. Movimento acelerado e retardado.<br><br>4. Equação horária da velocidade.<br><br>5. Equação horária das abscissas ou das posições..<br><br>6. A velocidade escalar média no MUV<br><br>7. Equação de Torricelli.<br><br>8. Diagramas horários do MUV | Diferenciar aceleração escalar média de aceleração escalar instantânea.<br><br>Compreender o significado da expressão: movimento uniformemente variado.<br><br>Diferenciar movimento acelerado de movimento retardado.<br><br>Escrever a equação horária da velocidade a partir dos dados propostos.<br><br>Calcular a velocidade escalar média no MUV.<br><br>Interpretar as equações horárias da velocidade e das posições.<br><br>Utilizar a equação de Torricelli na solução de um problema.<br><br>Interpretar os diagramas horários do MUV. | Para o alcance dos objetivos propostos serão empregados os seguintes procedimentos didáticos: aulas expositivas dialogadas, trabalhos individuais e em grupos, estudo dirigido, debates.<br><br>Após a introdução do conteúdo visando a orientação inicial dos alunos para o estudo, será retomado o conceito nuclear de “movimento”, fazendo correlação com o tópico desta aula. Com a utilização de recursos didáticos, especialmente a modelação, serão trazidos exemplos concretos que expressem a relação geral. Serão também trabalhados os exemplos apresentados no livro-texto, tanto pela professora quanto pelos alunos. Os exercícios de aplicação do livro texto utilizado serão resolvidos em sala de aula pelos alunos acompanhados do professor, que reforçará a idéia central desta unidade que é o estudo do movimento uniformemente variado, a partir do conceito nuclear de “movimento”.<br><br>Os exercícios de reforço serão resolvidos em casa pelos alunos e posteriormente serão corrigidos pelo professor. | A avaliação será feita através de: atividades individuais e em grupos, participação do aluno durante as aulas, exposições orais.<br><br>A avaliação terá como meta principal o progresso do aluno na internalização do “procedimento geral” e dos conceitos estudados, na capacidade para aplicar esses conceitos na resolução de problemas.<br><br>A avaliação será tratada como uma estratégia de ensino, assumindo caráter formativo, integrada ao processo ensino-aprendizagem, permitindo ao aluno a consciência do seu conhecimento adquirido e ao professor o controle que possibilite a melhoria de sua prática pedagógica.<br><br>O regimento interno da escola prevê que ao final de cada bimestre seja atribuído uma nota para cada aluno. Para o aluno que ao final do semestre letivo estiver com uma média abaixo de 6,0 (seis) será facultativo uma recuperação de conteúdo. |

**PLANO DE ENSINO**

**UNIDADE 4**

Disciplina: Física  
 Tópico: Movimento Vertical Livre  
 Curso: 1º ano do Ensino Médio  
 Número de aulas: 02 aulas (02 semanas)  
 Duração da aula: 1h30min  
 Número de alunos por turma: 30  
 Professora: Thais

| Conteúdo  | Objetivos específicos  | Desenvolvimento metodológico   | Avaliação   |
|---|--|--|---|
| 1. Queda livre.<br>2. Lançamento vertical para cima.<br>3. Gráficos do movimento vertical no vácuo. | Compreender o significado da aceleração da gravidade.<br><br>Identificar o movimento de queda livre.<br><br>Diferenciar o movimento de lançamento vertical de queda livre.<br><br>Equacionar o movimento.<br><br>Construir e interpretar o significado dos diagramas horários. | Para o alcance dos objetivos propostos serão empregados os seguintes procedimentos didáticos: aulas expositivas dialogadas, trabalhos individuais e em grupos, estudo dirigido, debates.<br><br>Após a introdução do conteúdo visando a orientação inicial dos alunos para o estudo, será retomado o conceito nuclear de “movimento”, fazendo correlação com o tópico desta aula. Com a utilização de recursos didáticos, especialmente a modelação, serão trazidos exemplos concretos que expressem a relação geral.<br><br>Serão também trabalhados os exemplos apresentados no livro-texto, tanto pela professora quanto pelos alunos. Os exercícios de aplicação do livro texto utilizado serão resolvidos em sala de aula pelos alunos acompanhados do professor, que reforçará a idéia central desta unidade que é o estudo do movimento uniformemente variado.<br><br>Leitura e comentário do texto Galileu e a queda dos corpos.<br><br>Os exercícios de reforço serão resolvidos em casa pelos alunos e posteriormente serão corrigidos pelo professor. | A avaliação será feita através de: atividades individuais e em grupos, participação do aluno durante as aulas, exposições orais.<br><br>A avaliação terá como meta principal o progresso do aluno na internalização do “procedimento geral” e dos conceitos estudados, na capacidade para aplicar esses conceitos na resolução de problemas.<br><br>A avaliação será tratada como uma estratégia de ensino, assumindo caráter formativo, integrada ao processo ensino-aprendizagem, permitindo ao aluno a consciência do seu conhecimento adquirido e ao professor o controle que possibilite a melhoria de sua prática pedagógica.<br><br>O regimento interno da escola prevê que ao final de cada bimestre seja atribuída uma nota para cada aluno. Para o aluno que ao final do semestre letivo estiver com uma média abaixo de 6,0 (seis) será facultativo uma recuperação do conteúdo. |

**PLANO DE ENSINO****UNIDADE 5**

Disciplina: Física  
 Tópico: As Leis de Newton  
 Curso: 1º ano do Ensino Médio  
 Número de aulas: 02 aulas (02 semanas)  
 Duração da aula: 1h30min  
 Número de alunos por turma: 30  
 Professora: Thais

| <b>Conteúdo</b>  | <b>Objetivos específicos</b>   | <b>Desenvolvimento metodológico</b>  | <b>Avaliação</b>  |
|--|--|--|---|
| 1. Aristóteles e o movimento.<br>2. Forças.<br>3. A primeira lei de Newton.<br>4. A segunda lei de Newton.<br>5. O peso de um corpo.<br>6. A terceira lei de Newton. | Compreender a importância de Aristóteles para a Física.<br><br>Identificar e representar graficamente as forças que atuam num corpo.<br><br>Conhecer e interpretar o conceito de inércia.<br><br>Utilizar a segunda lei de Newton na resolução de problemas.<br><br>Diferenciar massa e peso.<br><br>Utilizar o conceito de ação e reação na resolução de problemas. | Para o alcance dos objetivos propostos serão empregados os seguintes procedimentos didáticos: aulas expositivas, dialogadas, trabalhos individuais e em grupos, estudo dirigido, debates.<br><br>Após a introdução do conteúdo visando a orientação inicial dos alunos para o estudo, será retomado o conceito nuclear de “movimento”, fazendo correlação com o tópico desta aula. Com a utilização de recursos didáticos, especialmente a modelação, serão trazidos exemplos concretos que expressem a relação geral. Serão também trabalhados os exemplos apresentados no livro-texto, tanto pela professora quanto pelos alunos.<br><br>Os exercícios de aplicação do livro texto utilizado serão resolvidos em sala de aula pelos alunos acompanhados do professor, que reforçará a idéia central desta unidade que é interpretação e representação das forças que atuam no corpo em diferentes situações.<br><br>Os exercícios de reforço serão resolvidos em casa pelos alunos e posteriormente serão corrigidos pelo professor. | A avaliação será feita através de: atividades individuais e em grupos, participação do aluno durante as aulas, exposições orais.<br><br>A avaliação terá como meta principal o progresso do aluno na internalização do “procedimento geral” e dos conceitos estudados, na capacidade para aplicar esses conceitos na resolução de problemas.<br><br>A avaliação será tratada como uma estratégia de ensino, assumindo caráter formativo, integrada ao processo ensino-aprendizagem, permitindo ao aluno a consciência do seu conhecimento adquirido e ao professor o controle que possibilite a melhoria de sua prática pedagógica.<br><br>O regimento interno da escola prevê que ao final de cada bimestre seja atribuída uma nota para cada aluno. Para o aluno que ao final do semestre letivo estiver com uma média abaixo de 6,0 (seis) será facultativa uma recuperação do conteúdo. |

**PLANO DE ENSINO****UNIDADE 6**

Disciplina: Física  
 Tópico: Algumas aplicações das leis de Newton  
 Curso: 1º ano do Ensino Médio  
 Número de aulas: 02 aulas (02 semanas)  
 Duração da aula: 1h30min  
 Número de alunos por turma: 30  
 Professora: Thais

| <b>Conteúdo</b>   | <b>Objetivos específicos</b>   | <b>Desenvolvimento metodológico</b>  | <b>Avaliação</b>  |
|---|--|--|---|
| 1. A força normal.<br>2. Colisões.<br>3. Elevadores em movimento vertical.<br>4. Sistema de corpos.<br>5. Polias. | Identificar e representar vetorialmente a força normal.<br><br>Interpretar fisicamente e identificar as forças que atuam numa colisão de corpos.<br><br>Resolver problemas envolvendo elevadores.<br><br>Equacionar e resolver problemas envolvendo sistema de corpos.<br><br>Equacionar e resolver problemas envolvendo polias. | Para o alcance dos objetivos propostos serão empregados os seguintes procedimentos didáticos: aulas expositivas, dialogadas, trabalhos individuais e em grupos, estudo dirigido, debates.<br>Após a introdução do conteúdo visando a orientação inicial dos alunos para o estudo, será retomado o conceito nuclear de “movimento”, fazendo correlação com o tópico desta aula. Com a utilização de recursos didáticos, especialmente a modelação, serão trazidos exemplos concretos que expressem a relação geral. Serão também trabalhados os exemplos apresentados no livro-texto, tanto pela professora quanto pelos alunos.<br>Os exercícios de aplicação do livro texto utilizado serão resolvidos em sala de aula pelos alunos acompanhados do professor, que reforçará a idéia central desta unidade que é interpretação e representação das forças que atuam no corpo em diferentes situações.<br>Os exercícios de reforço serão resolvidos em casa pelos alunos e posteriormente serão corrigidos pelo professor. | A avaliação será feita através de: atividades individuais e em grupos, participação do aluno durante as aulas, exposições orais.<br>A avaliação terá como meta principal o progresso do aluno na internalização do “procedimento geral” e dos conceitos estudados, na capacidade para aplicar esses conceitos na resolução de problemas.<br>A avaliação será tratada como uma estratégia de ensino, assumindo caráter formativo, integrada ao processo ensino-aprendizagem, permitindo ao aluno a consciência do seu conhecimento adquirido e ao professor o controle que possibilite a melhoria de sua prática pedagógica.<br>O regimento interno da escola prevê que ao final de cada bimestre seja atribuída uma nota para cada aluno. Para o aluno que ao final do semestre letivo estiver com uma média abaixo de 6,0 (seis) será facultativa uma recuperação do conteúdo. |

Após identificar o princípio geral da matéria, foram estabelecidas as ações de aprendizagem a por em prática. Tais ações foram orientadas para ajudar os alunos a apreenderem o núcleo conceitual do objeto, isto é, o princípio geral para serem preparados a perceber nas tarefas de classe, como o princípio geral aparece em problemas específicos, em casos particulares. Com efeito, as ações de aprendizagem são formuladas na forma de tarefas com problemas e exercícios para os alunos resolverem. Convém salientar que a tarefa nada mais é que a união das ações e condições para o alcance do objetivo proposto, que neste caso é a formação da ação mental com o objeto, ou seja, o conceito do objeto.

Na figura a seguir, tentamos montar uma rede de conceitos básicos que estão relacionados e associados ao núcleo central do conteúdo (movimentos), que será ministrado na primeira unidade.

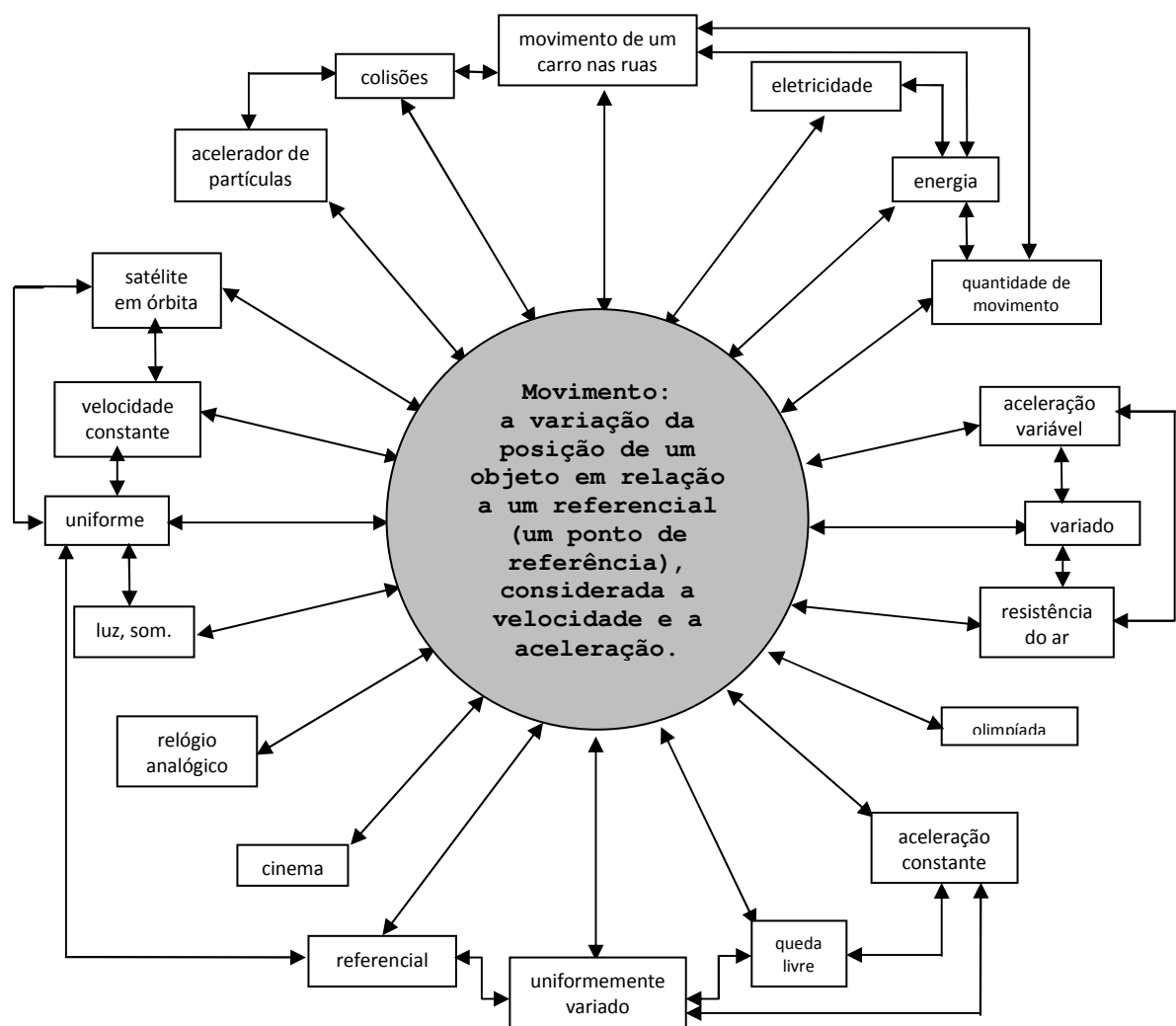


Figura: Modelo de plano de ensino destacando a ideia central.

A segunda fase da pesquisa foi a realização do experimento didático, ao longo de três meses. As aulas tiveram início no dia 01 de março de 2010 e término em 24 de maio do mesmo ano. Durante esse período, foram ministradas 12 aulas, todas elas observadas pelo pesquisador. No Plano de ensino, em apêndice, está registrado o cronograma de aulas, cada uma com a data e duração em minutos.

Nessa fase, o instrumento principal de pesquisa foi a observação das aulas, com utilização de filmagens e registro escrito. Ou seja, enquanto a professora assumia as aulas, o pesquisador fazia as observações.

A observação das aulas ocorreu durante um semestre letivo, aproximadamente três meses, uma vez por semana, as aulas foram observadas por meio de filmagem, com o objetivo de acompanhar a aplicação do experimento didático formativo, proposta da nossa pesquisa.

Questionário - O questionário foi aplicado principalmente para obter dados sobre a origem social dos alunos, sua trajetória de escolarização e sua relação com o estudo da Física.

Entrevista com a professora - Essa entrevista teve como principal objetivo ouvir a professora que conduziu o plano de ensino sobre suas percepções e sentimentos em relação ao trabalho realizado.

### 1.3 O contexto de realização da pesquisa

#### **A escola**

O experimento foi realizado em uma das turmas do 1º ano do Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (IFG). Levando-se em conta a observação feita no seu interior, essa poderia ser uma escola como outra qualquer. Mas não é, trata-se de uma instituição com uma história respeitável no meio educacional goiano que, até a década de 1990, se chamava Escola Técnica Federal de Goiás (ETFG). As mudanças não ocorreram apenas no nome: o IFG é atualmente uma instituição de ensino federal com a mesma autonomia e o mesmo *status* das universidades federais. A diferença é que o IFG, além de cursos superiores, continua oferecendo cursos técnicos de nível médio.

O IFG tem como compromisso educar e formar profissionais qualificados para atender as demandas do Estado e que sejam aptos a realizar pesquisas aplicadas, promovendo o desenvolvimento tecnológico de novos processos, produtos e serviços, em estreita articulação com a sociedade. Os cursos de nível médio no IFG têm a duração de quatro anos e o aluno obtém o título de técnico e, também, o comprovante de conclusão do Ensino Médio, podendo concorrer a uma vaga em qualquer universidade ao final do 4º ano.



A nossa pesquisa foi realizada com a turma de 1º ano do Curso Técnico de Edificações, composta por aproximadamente 30 (trinta) alunos, que foram observados durante três meses, uma vez por semana, conforme já apontamos anteriormente.

### **A professora**

O primeiro passo da pesquisa foi a seleção do professor e de uma turma. Devido ao fato de trabalharmos na escola, já trazíamos um considerável conhecimento sobre ela, seus professores e seus problemas. A professora, mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), professora há mais de 20 anos na escola, foi a nossa colaboradora. Fez sua graduação em Física (Licenciatura) pela UFG, ministrou várias disciplinas no campo das ciências exatas, tendo adquirido uma rica experiência como professora de Física. Por ocasião do convite para assumir a condução do experimento, relatou que não tinha muito conhecimento da Teoria de Vygotsky e, muito menos, da Teoria de Davídov. Por isso, a ela foi sugerido que assistisse algumas aulas com o orientador da pesquisa, no Programa de Pós-Graduação, antes do início da nossa pesquisa. Vários encontros entre o pesquisador e a professora foram realizados para a elaboração das diretrizes da pesquisa e, também, para a elaboração do plano de ensino a ser seguido no decorrer das aulas.

No Apêndice II, inserimos a entrevista feita com a professora onde ela relata sua experiência profissional, tanto em escolas públicas quanto em escolas privadas. Nessa entrevista, ela relata que sua maior dificuldade encontrada para ensinar Física se deveu à falta de base e ao desinteresse dos alunos pela matéria. Segundo suas palavras, há tantas oportunidades para o aluno hoje, em tantas áreas diferentes, são tantas as motivações para outras atividades que seu interesse para uma determinada disciplina escolar ficar disperso. A professora afirma, ainda, que também a estrutura de ensino do país, de uma forma geral, desmotiva o aluno, ele é obrigado a estudar todas as disciplinas com níveis de detalhes exigido nos vestibulares, o que torna o estudo desmotivante. O aluno deveria estudar mais num nível conceitual e não é isso que é exigido nos vestibulares. À pergunta referente à sua impressão sobre a Teoria do Ensino Desenvolvimental de Davídov para o ensino de Física, a professora respondeu: “(...) ela vem ao encontro do que o ensino de Física precisa, que é fazer com que o aluno forme conceitos mais sólidos, mais concretos a respeito do que se lê”.

### **Os alunos**

Conforme foi constatado no questionário aplicado aos alunos, a grande maioria é natural de Goiânia, possui entre 14 e 15 anos. Também em sua maioria, os alunos são

oriundos de diferentes escolas, apresentando um grau diferenciado de conhecimento, vêm da rede particular de ensino e moram em casa própria. Trata-se de um alunado com razoável predisposição para o estudo, sendo sua percepção da matéria Física bastante positiva.

A turma observada, com já foi dito, é composta por aproximadamente 30 alunos, que frequentam regularmente as aulas. A sala de aula tem uma área que comporta bem a turma, embora as carteiras não sejam muito confortáveis e a iluminação natural também não seja das melhores.

A turma caracterizou-se por certa instabilidade em relação à atitude nas aulas, traduzida num constante clima de agitação e falta de concentração, principalmente nas primeiras aulas. Esses alunos, contudo, quando interessados, trabalhavam bem, ainda que de uma forma não muito organizada. Esse quadro se explica em boa parte pela fase de desenvolvimento individual e social em que se encontram.

#### 1.4. Metodologia da descrição e análise dos dados

A complexidade do objeto de estudo exerceu um grande peso na determinação da forma de organizar os dados para sua análise. Dessa forma, optamos como orientação para apresentação e análise dos dados observados as próprias ações de aprendizagem indicadas por Davídov (DAVÍDOV, 1988, p. 181-188), ações essas já apresentadas no Capítulo II.

Tal orientação denominamos aqui de “categorias de análise”, utilizadas tanto na observação das aulas quanto na apresentação e análise dos dados. Entendemos que, uma vez que a pesquisa se destinava a pôr à prova uma metodologia de ensino, nada mais adequado para analisar os resultados do experimento do que ter como critério de análise essa sequência de ações proposta por Davídov. Para facilitar o trabalho de apresentação dos dados, tomamos cada uma das ações de aprendizagem indicadas por Davídov e acrescentamos comportamentos da professora e dos alunos a serem observados, relacionados com o ensino e a aprendizagem, o que seriam também elementos de avaliação da metodologia.

Achamos por bem esclarecer que houve muito esforço do pesquisador e da professora em usar uma metodologia que ajudaria os alunos a formar e atuar como conceitos, e com isso promover o desenvolvimento das capacidades cognitivas, porém, reconhecemos que a professora foi, na maior parte das vezes tradicional, e os indícios de que os alunos formaram conceitos foram muito pequenos.

Nosso propósito, com essa pesquisa, era de atingir todas as sub-ações propostas Davídov, porém, mediante análise dos episódios, percebemos que algumas dessas sub-ações

foram verificadas no trabalho da professora, outras não, como por exemplo, a questão da formação das ações mentais, que são muito difíceis de serem verificadas.

Desse modo, o roteiro de apresentação dos dados seguirá a seguinte sequência, com os respectivos elementos de análise:

a) Motivação e orientação da atividade

- Orientação inicial aos alunos sobre o conteúdo e as atividades a serem desenvolvidas;
- Mobilização dos motivos dos alunos para a aprendizagem;
- Consideração sobre a importância de aprender esse conteúdo.

b) Transformação das condições do problema visando descobrir a relação geral básica do objeto de estudo

Nessa ação didática, trata-se de identificar no tópico do conteúdo trabalhado uma relação geral, um princípio geral<sup>1</sup>, considerando que essa relação se manifesta em muitas outras relações particulares relacionadas com esse tópico. Trata-se de buscar um conceito nuclear como referência de base para outras peculiaridades do objeto de estudo. Esse é o momento inicial da aula do processo de formação de conceitos em relação à matéria ensinada. Em relação ao tópico trabalhado nas aulas, em função desta pesquisa, partimos do entendimento de que *movimento* diz respeito à variação da posição de um objeto em relação a um ponto de referência, considerada a velocidade e a aceleração (variação da velocidade). Os itens a serem verificados nesta ação de aprendizagem são:

- A transformação das condições do problema com o objetivo de identificar a relação geral; uso de exemplos (problematização);
- A atuação da professora na identificação desta relação geral e na ajuda aos alunos para identificá-la;
- Os diálogos com os alunos visando auxiliá-los a utilizar, no seu raciocínio, essa relação geral (como foram trabalhadas as perguntas dos alunos, a ratificação das respostas, as interlocuções entre os alunos).

c) Modelação da relação identificada em formas concretas como gráficos, letras.

---

<sup>1</sup> Nas traduções de textos de Davíдов são utilizadas várias expressões para designar esse *principio geral* ou *relação geral*. Na tradução do livro de Davíдов (1988), aparece a expressão *procedimento geral*. Rubtsov (1996, p. 131) utiliza a expressão *método teórico geral*, “visando à resolução de uma série de problemas concretos e práticos, concentrando-se naquilo que eles têm em comum e não na resolução específica de um entre eles”. Mantemos aqui, mais frequentemente, a expressão *procedimento geral*, no mesmo sentido indicado por Rubtsov. Sobre isso, escreve Davíдов (1988): “A orientação dos escolares para a relação universal do objeto estudado serve de base para formar neles um procedimento geral destinado a resolver as tarefas de aprendizagem e assim formar o conceito nuclear inicial desse objeto” (DAVIDOV, 1988, p. 183). Nas aulas observadas espera-se, pois, que os alunos adquiram o procedimento geral e o conceito nuclear.

- Apresentação de modelos que expressam a relação geral (por meio de características interna do objeto de estudo), para favorecer a assimilação dos conhecimentos e do “método geral” ou princípio geral.
- d) Transformação do modelo da relação para estudar suas propriedades gerais
- Construção de um “procedimento geral de solução de tarefas particulares de aprendizagem”;
  - Transformação e reconstrução do modelo, de forma que o conceito nuclear se torne claro, de modo a “formar nos estudantes um procedimento geral destinado a resolver problemas, exercícios, etc. e assim formar o conceito nuclear” (DAVIDOV, 1988, p. 183).
- e) Estruturação de um sistema de problemas particulares que podem ser resolvidos pela relação geral (ou princípio geral)
- Perguntas, problemas, a partir de manifestações particulares do objeto, visando verificar se os alunos aplicam o procedimento geral assimilado;
  - Situações em que os próprios alunos vão construindo o conceito, com a ajuda do professor (transferir o conceito para outras situações da vida).
- f) Acompanhamento do cumprimento das funções anteriores e avaliação da aprendizagem do método geral como resultado da solução dos problemas
- Verificação se os alunos estão, eles próprios, controlando sua atividade mental;
  - Verificação, ao longo das aulas, como os alunos estão se conduzindo em relação à internalização do conceito nuclear e sua aplicação a casos particulares;
  - Determinação se o aluno está assimilando ou não (e em que medida) o procedimento geral de solução das tarefas de aprendizagem e do conceito correspondente;
  - Avaliação da capacidade reflexiva dos alunos em relação ao conteúdo e aos seus processos mentais; capacidade de utilizar o procedimento geral e os conceitos a fatos particulares e de estabelecer relações.

Para a análise dos dados da presente pesquisa, utilizamos a análise de conteúdo constante nos registros de observação e na entrevista com a professora. Dos registros, selecionamos alguns episódios que mostram a atuação da professora e dos alunos, de modo a evidenciar a ocorrência (ou não) das ações de aprendizagem tal como previstas por Davíдов.

## 2. Apresentação e Descrição dos Dados

### 2.1. Motivação e orientação da atividade de aprendizagem

Os autores da teoria histórico-cultural ressaltam a importância da motivação e da orientação inicial da atividade de aprendizagem. É o momento que os alunos recebem explicações sobre os objetivos das atividades a serem desenvolvidas na sala de aula, os conteúdos a serem trabalhados, a importância presente e futura desses conteúdos. São, também, retomadas as ações mentais já formadas e as orientações para novas ações, e que condições são necessárias para o estudo do conteúdo: o que precisa ser feito, e as condições de fazê-lo.

A aula inicial do experimento foi para introdução ao estudo dos movimentos (1/3/2010). A primeira parte teve por finalidade informar aos alunos sobre a realização do experimento e realizar uma primeira familiarização com os conceitos básicos que iriam ser trabalhados. A segunda parte já consistiu na introdução do conteúdo inicial do plano de ensino, referente às noções de cinemática.

Na primeira parte a professora comentou sobre a metodologia a ser desenvolvida. Explicou que se tratava de uma pesquisa sobre metodologia de ensino, a ser feita sob orientação da Universidade Católica. Informou que ela daria as aulas e que outro professor, seu colega, iria estar presente nas aulas para observar tudo o que iria acontecer no período de três meses. Disse aos alunos que, desde a primeira aula, eles poderiam colocar todas as suas observações ou aquilo que despertasse sua atenção ao longo das aulas.

Prof: Tudo que vocês quiserem falar, falem, não se preocupem se tem a ver com Física ou não, aqui não existe erro, tudo vai ser considerado, discutido, e pode até acontecer de vocês falarem algo que eu não saiba responder, e aí nós vamos juntos pesquisar (1ª aula, 1.3.2010.).

Vemos, aqui, a preocupação da professora em orientar a atividade de aprendizagem dos alunos e mobilizar seus motivos para o estudo da matéria. Na segunda parte da aula, esse aspecto ficou mais evidente quando apresentou as noções gerais de cinemática. A título de motivação, a professora faz uma sondagem do conhecimento prévio dos alunos acerca do tema.

Sustentada pela teoria vygotskiana de aprendizagem, segundo a qual o ensino voltado para o desenvolvimento do pensamento teórico-científico requer do professor que ele leve os alunos a “colocarem-se efetivamente em atividade de aprendizagem”, a professora buscou

identificar os conhecimentos iniciais dos alunos sobre a matéria, para prepará-los para as atividades seguintes.

Prof: Alguém sabe o que é cinemática?  
Alunos: Silêncio.

Em sequência, a professora passou a trabalhar com exemplos da vida prática, procurando explicar o significado da palavra cinemática:

Prof: Cinemática lembra cinema, carros em movimento, etc. (...) Quando é que um corpo está em movimento?  
Ari: Quando se mexe  
Luc: Depende do referencial  
Ren: Descendo a escada  
Pedro: A água do mar vindo e voltando.  
Prof: Vou dar um outro exemplo pra vocês me responderem. Vamos considerar dois móveis com a mesma velocidade, com trajetórias paralelas e estão com a mesma velocidade, vinte quilômetros por hora, um do lado do outro, um em relação ao outro está em movimento ou em repouso?  
Alunos: Repouso!  
Prof: Repouso, mesmo ele tendo velocidade o outro tem a mesma velocidade, como o outro tem a mesma velocidade o motorista de um não pode ir conversando com o motorista do outro carro né!

Observamos que a professora usa uma estratégia de instigação levando os alunos a explicitarem as suas opiniões, a fim de captar o nível conceitual deles nesse momento inicial da aprendizagem.

Na segunda aula (15/3/2010), cujo conteúdo foi o Movimento Uniforme, ela começou com a apresentação do conteúdo, com o objetivo explícito de preparar os alunos para a atividade de estudo.

Prof: Então agora a gente vai começar a estudar movimento uniforme. No capítulo quatro tem um item que fala sobre movimento uniforme e se vocês forem lá no capítulo cinco o título do capítulo qual que é? Dá uma olhada aí de novo, movimento uniforme também, né? Eu vou juntar esses dois capítulos pra gente acelerar o processo. Movimento uniforme é um tipo de movimento que possui velocidade constante, isto é, em qualquer instante de tempo a velocidade tem sempre o mesmo valor. Essa velocidade é calculada medindo a distância percorrida pelo corpo e dividindo pelo intervalo de tempo gasto.

Está claro que a aula se destinará precisamente a esclarecer o conceito de movimento uniforme, mas ela já anuncia o que será estudado, ajudando os alunos na orientação de sua própria atividade. Ela também comentou sobre a importância das unidades de medida.

Em outra aula (22/03/2010), também houve essa preocupação com a preparação dos alunos para o estudo, conforme descrito a seguir:

- Prof: Qual a diferença entre velocidade média e velocidade instantânea?  
 Jaime: Na velocidade instantânea o tempo é pequeno.  
 Pedro: Na velocidade média é só fazer a média, quer dizer ela (a velocidade) pode ter muitos valores, aí a gente faz a média.  
 Renato: Professora, então o movimento uniforme é aquele que a velocidade nunca muda?  
 Prof: Sim.

Na aula seguinte (29/03/2010), sobre Movimento Uniformemente Variado, a professora procurou despertar o interesse dos alunos a respeito do tema conforme está descrito a seguir.

- Prof. Pessoal, agora nós vamos estudar o movimento uniformemente variado, isto é, um tipo de movimento em que a velocidade já não é mais constante. Neste caso a velocidade varia mas não é uma variação de qualquer jeito, ou seja, a variação da velocidade é constante no decorrer do tempo. Essa variação da velocidade é medida através de uma grandeza chamada aceleração escalar. A aceleração escalar é portanto a divisão da variação da velocidade pelo intervalo de tempo. No movimento uniformemente variado a única grandeza que permanece constante no decorrer do tempo é a aceleração escalar. Então nós temos uma equação para calcular a velocidade e uma equação para calcular a distância percorrida.

Durante aproximadamente 30 (trinta) minutos a professora fez uma demonstração utilizando o quadro giz das equações da velocidade e do deslocamento de um veículo em movimento uniformemente variado.

A professora iniciou a aula do dia 12/04/2010 fazendo um paralelo entre os movimentos já estudados e o movimento vertical a ser desenvolvido nessa aula.

- Prof. Gente agora o que nós vamos fazer vai ser o seguinte: todo movimento que a gente estava estudando era na horizontal, agora vamos estudar o movimento na vertical. Todos os movimentos que nós estudamos na horizontal a gente vai estudar na vertical. Então, as equações são as mesmas, não mudam as equações, porque? Porque o movimento na vertical é também um movimento uniformemente variado. O que acontece quando eu solto este pedaço de giz de uma certa altura?  
 And: A velocidade dele aumenta.  
 Prof: Aumenta de quanto?  
 And:  $9,8 \text{ m/s}^2$ .  
 Prof: Por que ela aumenta?  
 Ren: Por causa da aceleração da gravidade.  
 Prof: O que é a aceleração da gravidade?  
 Pedro: É a rapidez com que a velocidade aumenta durante a queda.  
 Prof: Muito bem. Só que essa aceleração da gravidade é na vertical porque existe uma força de atração gravitacional que a Terra exerce sobre os corpos. Na verdade essa força de atração gravitacional existe entre qualquer corpo que tenha massa, então dois corpos que tem massa eles se atraem tá. Então depois mais pra frente a gente vai estudar essa força gravitacional em detalhes, por enquanto, só estou falando que ela existe tá!

Na aula do dia 03/05/2010, sobre as Leis de Newton, foi feita pela professora uma exposição sobre a importância de Galileu Galilei e Isaac Newton para o estudo da Física. Após essa exposição, ela introduz o conceito de Inércia, que é a Primeira Lei de Newton. Para falar sobre inércia ela introduziu o conceito de força que já era do conhecimento dos alunos, embora eles já tivessem esse conhecimento, a partir do senso comum, de força.

Para trabalhar a Segunda Lei de Newton a professora procurou mostrar através de exemplos do cotidiano que para um corpo entrar em movimento é necessário a atuação de uma força, isto é, para tirar um corpo do repouso precisamos aplicar uma força. Nesse momento ela fez uma comparação entre o pensamento de Aristóteles e o pensamento de Galileu.

- Prof: Pessoal, segundo Aristóteles para que um corpo permaneça em movimento é necessário a atuação de um corpo. O que vocês acham disso?
- Max: Eu acho que está certo.
- Ren: Depende, se não tiver nenhuma resistência, não precisa da força.
- Prof: Muito bem. Foi esse exatamente o pensamento de Galileu. Para colocar um corpo em movimento é preciso uma força tá, mas, para manter o movimento, desprezando a resistência do ar, não é necessária a presença dessa força.
- And: Professora, o sentido da força é sempre o mesmo sentido da velocidade do corpo?
- Prof: Depende. Se o corpo estiver aumentando a velocidade, isto é, for um movimento acelerado, sim. Agora se o corpo estiver perdendo velocidade a força tem sentido contrário da velocidade.

Podemos notar que a professora procura atuar valorizando o conhecimento prévio dos alunos, desenvolve habilidades de ouvir, fornece pistas, patamares e oportunidades para que os alunos percebam que o conhecimento inicial pode ser ampliado. A professora aproveita dos questionamentos dos alunos para investigar o seu conhecimento prévio acerca dos temas abordados. É interessante observarmos que essa preocupação foi assumida pela professora ao longo da realização do experimento, comprovando a relevância dessa metodologia de pesquisa também para a formação continuada de professores. À pergunta do pesquisador sobre sua atuação na zona de desenvolvimento proximal (ZDP), ela disse em seu depoimento:

Essa zona de desenvolvimento proximal seria uma maturidade, uma coisa mais ou menos nesse sentido, se ele está preparado para receber o assunto? Então, foi feita essa experiência também, foi feito um teste com os alunos pra gente verificar o conhecimento prévio deles e a partir desse conhecimento prévio a gente inserir novos conceitos. Eu nunca tinha me preocupado muito com isso, até pelas características do ensino médio, a gente tem um programa que deve ser cumprido e um tempo para cumprir esse programa. Nas escolas estaduais e municipais geralmente os alunos não aprendem nada de Física, não têm nenhum tipo de conhecimento prévio nesse assunto, então qualquer tipo de conhecimento que ele



tenha é mais pelo cotidiano mesmo, das curiosidades dele, diferente das escolas particulares onde os alunos estudam Ciências, Física e Química.

A despeito desse posicionamento, onde se vê uma intenção de captar os conhecimentos trazidos pelo aluno, pudemos notar que, embora a professora tenha a preocupação de dialogar com os alunos, em alguns momentos ela não abriu espaço para expressarem suas compreensões a respeito dos conceitos, não dá sequência ao questionamento dos alunos e às vezes ela questiona e responde de imediato a questão não permitindo que o aluno responda, isso ficou evidenciado na aula do dia 15/03/2010 no seguinte diálogo:

Prof. É a soma dos módulos das velocidades tá. Então isso por quê? Porque eles estão em sentidos opostos. Agora vamos modificar essa velocidade, vamos colocar a velocidade de A pra direita. Se o A tiver se movimentando pra direita os dois estariam no mesmo sentido né. Com que velocidade né, ele teria que se movimentar se um deles estivessem parado? Vou considerar agora os dois no mesmo sentido. Esse aqui com a velocidade de dois metros por segundo e esse aqui com a velocidade de quatro metros por segundo eles estão se afastando ou se aproximando?

## 2.2. Transformação das condições do problema visando descobrir a relação geral básica do objeto de estudo

Conforme Davídov, a ação inicial da aprendizagem propriamente dita é a transformação dos dados da tarefa de aprendizagem com o objetivo de evidenciar, apreender, a relação geral originária do objeto de estudo, que resultará no correspondente conceito teórico. Essa relação serve de referência, de fonte, para os casos particulares em que ela se aplica. Podemos dizer que se parte do geral para o particular. No caso deste estudo, o plano de ensino tem como objetivo geral precisamente o conceito nuclear de movimento.

Para introduzir o conceito nuclear, ou seja, movimento como a variação da posição de um objeto em relação a um referencial (um ponto de referência), considerada a velocidade e a aceleração (variação da velocidade), a generalização esperada pela professora, conforme explicitado no plano de ensino, era o conceito de velocidade e sua aplicação em casos particulares.

Na aula do dia 15/03/2010, a professora fez vários exercícios envolvendo o conceito de velocidade média. Ela também comentou sobre a importância das unidades de medida, conforme mostra o trecho a seguir:

Prof: Olha aqui, pra transformar de quilômetro por hora para metros por segundo, o que vocês vão fazer aqui? Quilômetro por hora eu vou

transformar em metros por segundo, então vou passar de quilômetro pra metro. Um quilômetro tem quantos metros?

Alunos. Mil

Prof. Mil metros e uma hora tem quantos segundos?

Max: Três mil e seiscentos segundos.

Prof. Tá bem. Vamos simplificar isso aqui um, dois, um, dois, se eu cortar mais um zero aqui quanto que dá? Então pra você transformar de quilômetro por hora, pra metros por segundo você divide por 3,6 e pra fazer o processo inverso multiplica, tá? Mais tem o porque, né?. Bem gente, mais alguma pergunta?

A professora parece ter a intenção de familiarizar os alunos com o assunto velocidade, fazendo perguntas, mobilizando os motivos dos alunos. Os alunos, por sua vez, parecem corresponder ao movimento da professora:

Max: Nossa, facinho...

Prof: Qual a distância que a luz percorre em um ano?

Reb: Não sei não, mas é muito grande.

Ren: Na Internet existe uma resposta, mas eu não me lembro quanto é.

Luc: É muito fácil é só multiplicar a velocidade da luz pelo tempo.

Mat: Mas qual é a velocidade da luz?

Luc: 300.000 km por segundo

Mat: Tudo bem.

Prof: Muito bem.

Na terceira aula (22/03/2010), a professora começa a trabalhar o conceito de velocidade relativa pedindo aos alunos para prestarem atenção nesse novo conceito que será muito útil na resolução de problemas envolvendo encontro de dois veículos. A resolução do problema foi direcionado pela professora que contou também com a participação dos alunos conforme mostra o diálogo a seguir:

Prof: O veículo A passa pela origem?

Alunos: Sim.

Prof: E o veículo B?

Alunos: Não.

Prof: Se o veículo A estivesse parado, com que velocidade o veículo B teria se movimentado, até o momento do encontro?

Alunos: 80 km/h.

Prof: Muito bem.

Pudemos observar que a ação pedagógica da professora contribuiu para estabelecer uma relação básica entre o estudo do movimento uniforme e o conceito de velocidade relativa, favorecendo aos alunos elementos para a sua própria construção do conceito científico.

Na aula do dia 29/3/2010, trabalhando com o conteúdo Movimento Uniformemente Variado, a professora fez uma explicação de como devem ser aplicadas as equações de velocidade e deslocamento no caso de um veículo em movimento. Após a explicação, a

professora, utilizando do quadro-giz, apresentou alguns exemplos para demonstrar aos alunos como são se aplicadas essas equações na resolução de um problema:

Prof: A velocidade escalar inicial de uma partícula é 20 m/s e, 10 s depois, o seu módulo é de 30 m/s, porém em sentido oposto. Admitindo que o movimento tenha sido uniformemente variado, calcule sua aceleração escalar e o instante em que houve a inversão de sentido.

A atuação da professora na resolução desse problema demonstra a sua intenção de ajudar aos alunos a compreenderem o significado da grandeza aceleração e a sua importância para diferenciar o movimento uniforme, trabalhado em aulas anteriores, do movimento uniformemente variado assunto dessa aula.

Dando continuidade à aula, a professora iniciou um novo diálogo trabalhando conteúdos de força peso, que é uma das forças mais importantes da natureza.

Prof: Pessoal o que é peso de um corpo? Qual a diferença entre peso e massa?  
 Már: Peso é uma força.  
 Pedro: Peso depende da gravidade, massa não.  
 Am: A massa é a mesma e o peso varia.  
 Prof: Então o peso depende da força de atração gravitacional né. Então peso é uma força. A gente entende peso como vamos pensar assim no dia a dia, a gente inverte. A gente troca, a gente fala em peso como se fosse massa mas também a gente não vai ser tão antipático e ficar mudando isso né? No dia a dia é aceitável mas aqui dentro não.  
 Pedro: Professora, então peso é força e massa o que é?  
 Prof: Massa é a quantidade de matéria que tem o corpo. A massa é a mesma tanto aqui quanto na Lua, mas o peso não.  
 Prof: então se eu soltar esse corpo aqui, esse livro, o que vai acontecer? Ele cai. Pra ele não cair eu tenho que aplicar uma força aqui de sustentação. Essa força de sustentação que eu tenho que aplicar é a força peso. Então pra sustentar esse livro aqui eu tenho que aplicar uma força no sentido contrário, que o sustente! Então quanto que eu tenho que sustentar? Qual que é a força que eu tenho que aplicar pra sustentar pra não deixar ele cair  
 Wed: A mesma da força, peso.  
 Prof. Então por exemplo se eu puser a mão em cima desse livro aqui, se eu apertar né? Botar uma força aqui empurrando ele pra baixo o que vai acontecer? Vai aumentar ou diminuir a força que vai exercer?  
 Alunos. Aumentar.  
 Prof. Aumentar né? Então quando a gente tá dentro do elevador vocês já perceberam que as vezes a gente parece mais pesado ou mais leve?  
 Alunos: Sim.  
 Prof: Qual é a direção e o sentido da força peso?  
 Alunos: Para baixo

O diálogo instigado pela professora teve como objetivo levar os alunos a trabalharem os conceitos de peso e massa. Partindo do senso comum dos alunos, a professora atuou estimulando os alunos a adquirirem o conceito científico de peso e massa.

Na aula do dia 10 de maio a professora retoma a aula anterior, sobre as Leis de Newton, com a fala a seguir:

- Prof: Na hora de resolver os problemas envolvendo forças, devemos sempre colocar as forças. Em primeiro lugar fazer o desenho e colocar as forças. Quais as forças que estão agindo? Olha por enquanto a gente está falando nas três leis separadamente, depois na hora de fazer os exercícios a gente vai ter que usar as três. Então vamos ver o que é a terceira. A terceira lei é a lei da ação e reação. Então o que dizer disso daí? Que toda força de ação corresponde uma força de alguma reação. As forças sempre aparecem na natureza em pares, nunca sozinhas. Então se tem uma ação sempre tem uma reação tá? As forças não vão aparecer separadamente. Sempre em pares. Sempre a ação e a reação. Qual a característica dessas forças de ação e reação?
- Reb: Elas tem a mesma intensidade
- Mar: Mesma direção
- Max: Sentidos opostos
- Prof: Mesma intensidade, mesma direção, sentidos opostos e tem mais um detalhe, qual é?
- Alunos: Silêncio.
- Prof: São de mesma natureza.
- Reb: Que, quer dizer isso?
- Prof: Se elas forem forças de contato vão ser forças de contato as duas. Se forem de ação a distância, as duas são forças de ação a distância mas tem mais um detalhe ainda. Essas duas forças aí ação e a reação agem sempre em corpos diferentes. Isso é um ponto fundamental que tem que lembrar sempre. Não pode colocar ação e reação agindo num mesmo corpo. A força de ação atua em um corpo e a reação em outro.

Através desse diálogo, a professora procurou trabalhar na transformação das condições do problema que toda força de ação corresponde a uma força de reação, ajudando os alunos na identificação da relação geral de que as forças não aparecem separadamente, mas, sempre em pares.

Na aula do dia 17/05/2010, a professora faz então uma exposição sobre as principais forças existentes na natureza, tais como: força normal, força de atrito, força de tração no fio, força elástica. Utilizando o quadro-giz ela aponta alguns exemplos mostrando como atuam essas forças. Primeiramente, ela explica o que é força normal. Utilizando-se de um livro que estava apoiado em cima da mesa, ela fez a seguinte pergunta:

- Prof: Gente, quais são as forças que estão atuando sobre o livro?
- Alunos: O peso e a força normal.
- Prof: Qual o valor da força normal que a mesa exerce sobre o livro?
- Alunos: O mesmo valor do peso.
- Prof: E se eu colocar o livro sobre uma balança. A balança indica a força peso ou a força normal?
- Alunos: Silêncio
- Am: Professora eu acho que é a força peso.
- Ren: Eu acho que é a força normal.

Neste momento os alunos começaram a discutir, alguns achando que era a força peso outros achando que era a força normal.

A atuação da professora foi como mediadora estimulando os alunos a confrontarem seus conhecimentos básicos com os novos conceitos adquiridos nessa aula.

Pudemos notar que houveram situações em que os alunos desenvolveram sua capacidade de pensar por conceitos, como, por exemplo, nos diálogos sobre a Terceira Lei de Newton, ação e reação. Uma outra situação que também demonstrou a capacidade dos alunos de pensar por conceitos foi verificada através do conteúdo sobre velocidade relativa, abordado na aula do dia 22 de março, momento em que percebemos que os alunos demonstraram um conhecimento factual relevante.

No entanto, em alguns casos observamos que a professora não acentuou suficientemente o conceito nuclear, como mostra a aula do dia 29 de março, cujo conteúdo foi movimento uniformemente variado. Em outros casos a professora introduziu um conteúdo muito extenso, levando os alunos a perderem a unidade conceitual, levando a um ensino fragmentado, de tipo mais empírico que conceitual, como mostra a aula do dia 17 de maio.

Novamente verificamos que a professora não abriu espaço suficiente para os alunos expressarem suas compreensões acerca dos conceitos.

### 2.3. Modelação da relação identificada em formas concretas como gráficos, letras

O termo modelação, no contexto da teoria de Davidov, refere-se à ação criadora dos alunos, quando devem representar criativamente, sob variadas formas de expressão, a relação geral universal do objeto que captaram na primeira ação da tarefa e que guiará as ações posteriores. Os alunos modelam a relação universal, isto é, criam um “modelo” para representar a relação universal. Esse modelo (que já é um produto de análise mental) pode ser em forma literal, gráfica ou objetivada. O modelo reflete a relação universal do objeto em suas características internas (essenciais), possibilitando sua análise posterior em variadas situações e contextos.

Na aula do dia 15 de março, a professora faz uma exposição do que é uma função horária, mostrando que uma função horária é uma expressão matemática que relaciona a posição ocupada por um corpo numa determinada trajetória em função do instante de tempo. Utilizando o giz e o quadro e algumas representações gráficas, a professora mostrou como se constrói uma função horária conhecendo-se a velocidade do corpo e o ponto de partida. A proposta da professora para resolução do problema através das representações gráficas demonstra que essa ação guiará as ações posteriores tornando-as altamente positivas para aprendizagem dos alunos como nos mostra a atividade a seguir.

A professora propõe um problema envolvendo dois veículos (A e B) em movimento uniforme, com suas respectivas funções horárias.

- Prof: Será que esses dois móveis vão se encontrar?
- Alunos: Não, responderam alguns alunos. Não sei, responderam outros.
- Prof: ... então nós vamos fazer o seguinte exercício, a gente vai fazer vários, antes de tirar dúvidas desses aqui, eu vou só explicar pra vocês o que que é velocidade relativa através de um exemplo. A gente vai resolver um exemplo e já vai ajudar vocês a resolver esses exercícios aqui. Então vou fazer o seguinte, eu vou colocar um exemplo e fazer algumas perguntas...
- Esses dois móveis aqui estão se afastando né, certo? O móvel A está com velocidade de 4 m/s (quatro metros por segundo) e o móvel B com velocidade de 2 m/s (dois metros por segundo), em sentido oposto. Então agora eu vou fazer uma outra pergunta pra vocês. Se o móvel A estivesse parado com que velocidade B teria que se movimentar pra que ele continuasse a se afastar no mesmo ritmo, a mesma rapidez
- Wed: 6 m/s (Seis metros por segundo).
- Prof: Seis metros por segundo. Todo mundo entendeu o que ela falou? Então vou repetir a pergunta. Se o móvel A estivesse parado, com que velocidade o móvel B teria que se movimentar pra que continuasse a se afastar no mesmo ritmo?
- And: A diferença das velocidades?
- Prof: É a soma.
- And: Não é porque lá é menos, menos...
- Prof: É a soma dos módulos das velocidades tá. Então isso por quê? Porque eles estão em sentidos opostos. Agora vamos modificar essa velocidade, vamos colocar a velocidade de A pra direita. Se o A tiver se movimentando pra direita os dois estariam no mesmo sentido né. Com que velocidade ele teria que se movimentar se um deles estivesse parado? Vou considerar agora os dois no mesmo sentido. Esse aqui com a velocidade de dois metros por segundo (2 m/s) e esse aqui com a velocidade de quatro metros por segundo (4 m/s), eles estão se afastando ou se aproximando?
- Alunos. Afastando!
- Prof. Continuam se afastando né, agora a velocidade que eles estão se afastando é maior ou menor do que a outra?
- Max: Menor.
- Prof. Menor. Quanto que é essa velocidade de afastamento?
- Max: Dois metros por segundo (2 m/s)
- Prof. Dois metros por segundo, que cálculo vocês fizeram? A diferença entre as velocidades né. Quatro menos dois. E se fosse ao contrário, o B estivesse se movimentando pra cá, (esquerda), esse aqui (B) tá com a velocidade de dois metros por segundo e esse aqui (A) com a velocidade de quatro metros por segundos, o que que vai acontecer? Eles se afastam ou se aproximam?
- Alunos. Se aproximam!
- Prof. Se aproximam. Com que velocidade eles se aproximam?
- Alunos. Dois metros por segundo
- Prof. Dois metros por segundo... então no cálculo que foi feito aí colocou a diferença também das velocidades né! Então vamos resumir isso aí, velocidade relativa então vai ser sempre entre dois movimentos, dois móveis, de um em relação ao outro. Velocidade relativa sempre vai ser de afastamento ou aproximação tá.
- Luc: Professora eu não entendi quando você fala em relação se um deles estivesse em repouso, eu não entendi o por que.
- Prof. Tá! Eles estão em sentidos contrários, então se o A estivesse parado com que velocidade o B teria que se movimentar pra se afastar na mesma, no mesmo ritmo?
- Luc: É a soma, a velocidade do A e B?

- Prof. Isso! Então eles teriam que se movimentar quando a velocidades estivesse a seis metros por segundo. Aí você vai pegar o módulo da velocidade tá. É o valor absoluto, sem o sinal. O significado do sinal é o sentido do movimento.
- Luc: Quer dizer professora que o sentido passa de seis em seis?
- Prof. É... aí a pergunta foi feita se esse aqui (A) tivesse parado, então esse aqui (B) teria que andar pra lá com essa velocidade de seis, mais se fosse ao contrário? Esse aqui (B) estivesse parado, então esse aqui (A) teria que andar pra cá com a velocidade de seis metros por segundo, só que seria ao contrário...

A professora vai auxiliando aqueles alunos com dificuldade tomando como base os passos sugeridos por Davidov para o ensino: divisão da atividade de aprendizagem em três diferentes tipos de ação: delineamento do problema; construção do problema e solução do problema; avaliação e controle. As atividades de aprendizagem dos alunos podem ser caracterizadas como investigações dirigidas. Trabalhando com as relações conceituais centrais e os procedimentos que caracterizam o problema, os alunos adquirem os conceitos científicos relacionados com o tema.

Os episódios anteriores demonstram que a professora tem disposição em dialogar com os alunos, preocupa-se com a motivação para o aprendizado, busca ratificar respostas corretas dos alunos.

Por outro lado, os episódios também mostram que em alguns casos as respostas dos alunos são monossilábicas não permitindo saber se eles formaram conceitos ou não. Notamos ainda que a modelação e o trabalho em relação ao conceito ficaram, em alguns casos, muito mais com a professora do que com os alunos.

#### 2.4. Transformação do modelo da relação para estudar suas propriedades gerais

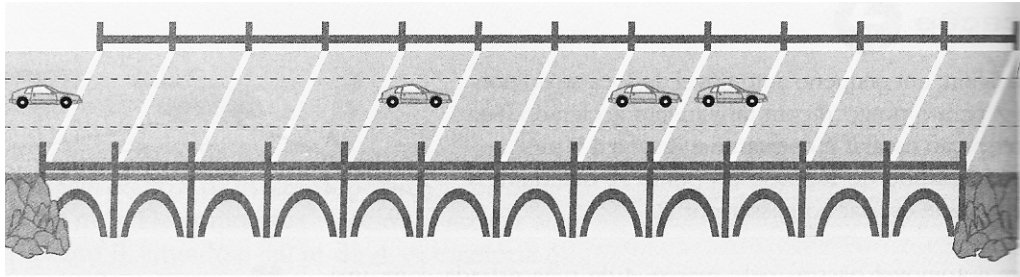
Essa transformação tem a função de estudo das propriedades da relação geral identificada no objeto. No modelo, a relação aparece como que “em forma pura”. Transformando e reconstruindo o modelo, os alunos podem estudar as propriedades da relação universal em seu aspecto concreto e não apenas abstrato. Em outras palavras, ao introduzir alterações no modelo, os alunos podem identificar suas propriedades sem o “ocultamento” produzido pelas circunstâncias presentes na situação problema.

A segunda aula sobre movimento uniformemente variado teve como objetivo principal interpretar as equações horárias da velocidade e das posições e utilizar a equação de Torricelli na solução de um problema proposto. A professora fez uma exposição mostrando que a

equação de Torricelli é uma expressão matemática que envolve a variação da velocidade sofrida pelo corpo em função de sua aceleração e da distância percorrida por ele.

Após a exposição pela professora, a aula teve continuidade com um questionamento de uma aluna da sala.

Aluna: Professora faz o exercício número 45, por favor?



O problema citado pela aluna, da página 118 do livro texto, sobre fotos estroboscópicas.

“As fotos foram batidas com intervalos de tempo desconhecidos. Observe que a distância percorrida entre duas fotos sucessivas, isto é, em sucessivos intervalos de tempos iguais, estão em progressão aritmética: 5, 3, 1.

Sabe-se que na 2ª foto o carro estava a 40 m/s e na 4ª foto havia reduzido para 12 m/s. Sua aceleração tem módulo igual a  $1 \text{ m/s}^2$ .

Determine a distância entre duas colunas sucessivas de sustentação da ponte”.

A professora fez a leitura em voz alta do exercício mostrando cada detalhe do problema. Ao fazer a leitura e resolver o problema em conjunto com a turma, a professora ratifica a participação dos alunos, estimulando-os para novas aquisições. A explicação da professora conduziu os alunos para a identificação das propriedades presentes na situação problema, desenvolvendo novos patamares que incidem sobre a ZDP.

Numa outra aula, (24/05/2010), a professora espera que os alunos sejam capazes de interpretar fisicamente e representar graficamente as forças que atuam no corpo ou no sistema de corpos e em seguida equacionar e resolver o problema proposto, através da seguinte ação: utilizando um exemplo de uma pessoa dentro de um elevador, a professora iniciou a seguinte exposição:

Prof. A balança indica o valor da força normal e não o valor do peso. Por isso, quando o elevador está em movimento, a balança marca um valor diferente de quando ele está parado.

And: Por isso que a gente parece estar mais pesado quando o elevador sobe?

Prof: Exatamente. Na verdade a balança indica o nosso peso aparente.



A partir da exposição, a professora propôs a resolução de vários problemas do livro texto envolvendo elevadores para que os alunos aplicassem o conceito de peso aparente.

Pudemos notar que, pela fala da aluna And, a professora utilizou uma das ações de Davidov: transformação do modelo da relação geral para estudo de suas propriedades. Essa transformação tem a função de estudo das propriedades da relação geral identificada no objeto. Transformando e reconstruindo o modelo, os alunos podem estudar as propriedades da relação universal em seu aspecto concreto e não apenas abstrato.

## 2.5. Estruturação de um sistema de problemas particulares que podem ser resolvidos pela relação geral (ou princípio geral)

Os alunos aplicam a relação geral, universal, como procedimento geral para solucionar várias tarefas particulares (problemas diversos). Os alunos devem compreender essas tarefas como variantes da tarefa inicial e, imediatamente, identificarem em cada uma delas a presença da relação geral do objeto, orientando-se pela aplicação do procedimento geral de solução (o conceito). Daqui em diante, a natureza da direção do professor deve ir mudando gradualmente para a elevação do grau de autonomia do aluno.

Na aula sobre movimento vertical no vácuo a professora utilizou de uma folha de papel e um pedaço de giz para demonstrar aos alunos que o movimento vertical de queda livre é um tipo de movimento uniformemente variado que possui uma aceleração conhecida que é a aceleração da gravidade. Com essa ação da professora, os alunos vão construindo o conceito de queda livre que servirá para outras situações de vida como nos mostra o diálogo a seguir.

Prof. Gente então olha, isso aqui é um estudo já muito antigo do tempo de Aristóteles 300, 400 anos antes de Cristo. Já começaram a estudar isto daí tentando descobrir como que funcionava, mas Galileu é que chegou a conclusão, bem mais pra frente, de que não dependia da massa, mas, acontece que depende do fato de ter ar ou não, se não houver a existência do ar, se não tiver o ar atrapalhando se você pegar uma folha de papel e uma bola de basquete, um giz, o cofre, o piano, uma carteira, ou uma pena os corpos vão gastar o mesmo tempo pra cair, então qualquer corpo leva o mesmo tempo pra cair desde que não haja existência do ar tá. Por que? Porque a existência do ar, ela vai fazer uma resistência, ela vai atrapalhar um pouquinho a queda do corpo, então com essa resistência ele vai gastar um pouco mais de tempo. Essa experiência gente vocês podem fazer agora, aqui mesmo. Pega uma folha, um pedacinho de giz e deixa cair, vamos ver qual que vai gastar mais tempo.

Alunos. (Fazem experiência com a folha)... a folha demorou mais!

Prof: Porque isso?

Wed: Porque a folha ficou mais aberta. Na folha o ar pega mais espaço

Prof: Eles caem, porque, gente quando a folha tá aberta, olha aqui, tá em contato com a folha toda essa área fica em contato com o ar, então o ar, a força de resistência é sempre contrária a tendência do movimento. Então

se o corpo tá caindo a força de resistência vai ser empurrando a folha para cima tá. Então a medida que ela tá caindo ela tem toda essa área aqui para sofrer essa resistência. Quando você embola ela vira um outro material, aí ela não tem tanto espaço pra sofrer as resistências.

A professora, através do experimento, permite aos alunos a transição de um nível mais geral para o caso particular, em concordância com a teoria de Davídov – a ascensão do abstrato ao concreto.

O experimento e a observação realizados resultaram em um conjunto de informações que, segundo a metodologia da problematização, podem ser organizados por meio da sistematização. Essa sistematização, conforme o nível de desenvolvimento dos alunos, realiza-se por meio de desenhos, listas, textos, relatórios, etc.

Dando sequência ao tema em estudo, a professora continua essa aula comentando sobre uma conclusão que Galileu chegou a respeito da queda de um corpo.

- Prof: Galileu já afirmou, a muito tempo atrás, que os corpos gastavam o mesmo tempo para cair, se eles pudessem ser considerados como pontos materiais, ou seja, se a gente puder desprezar o tamanho deles. Então independente da massa o tempo que eles gastam pra cair é o mesmo tá, se a gente puder desprezar a existência do ar, ou de uma forma mais ampla, se estiverem no vácuo, o que é o vácuo?
- Pab: Sem ar.
- Prof: Gente então nós vamos estudar esses movimentos na vertical. São três possibilidades que a gente tem para estudar: 1º a gente soltar e deixar o corpo cair, isso nós vamos chamar de queda livre. Então numa queda livre ele vai cair só com a aceleração da gravidade tá. Então não tem nem uma outra força conduzindo esse movimento tá gente. Outra possibilidade, eu posso jogar esse corpo para cima, se eu jogar o que acontece?
- Alunos. Há uma aceleração, ele para e volta.
- Prof. Então não é um movimento uniformemente. Que aconteceu, qual o tipo de movimento desse corpo?
- Alunos. Retardado
- Prof. Retardado, parou e depois passa a ser acelerado?
- Alunos. Acelerado até chegar no chão
- Max: Professora é possível calcular a força de resistência do ar?
- Prof: Sim, só que é muito difícil, porque depende da velocidade do corpo e de outros fatores.

Notamos como as ações responsivas ratificadoras, que representam estratégias interacionais em sala de aula, podem ser altamente positivas à aprendizagem quando dirigidas para a expansão do conhecimento, fortalecendo a intervenção do aluno. Mais uma vez percebemos que, apesar da disposição da professora em dialogar com os alunos, ela não abriu muito espaço para os alunos se expressarem, de modo a terem oportunidade de formar suas próprias formulações em relação aos conceitos científicos.

## 2.6. Acompanhamento do cumprimento das funções anteriores e avaliação da aprendizagem do método geral como resultado da solução dos problemas

O acompanhamento do cumprimento das atividades visa assegurar a realização plena e a execução correta das operações e ações em toda a tarefa. Consiste em avaliar se as ações de aprendizagem estão correspondendo às exigências e às condições estabelecidas, permitindo aos alunos verificarem: a conexão entre peculiaridades da tarefa a ser resolvida e o resultado a ser alcançado; a assimilação, ou não, e em que medida, do procedimento geral de solução da tarefa; se o resultado de suas ações de aprendizagem corresponde, ou não, e em que medida, ao objetivo da aprendizagem. O acompanhamento exige que alunos examinem os fundamentos das ações de aprendizagem e verifiquem a correspondência com o resultado previsto na tarefa, examinando também os fundamentos de suas próprias ações. Esse exame consiste na verdade em uma reflexão pelo aluno, sendo essencial para que as ações se estruturam e se modifiquem corretamente. Representa um exame qualitativo substancial do processo da aprendizagem conectado ao seu resultado. Podemos dizer, portanto, que corresponde a uma avaliação contínua e de caráter formativo.

Em quase todas as aulas a professora utiliza dessa ação de Davidov, através de exercícios propostos aos alunos, para verificar se eles estão assimilando ou não conteúdo ministrado.

- Prof. Numa auto estrada brasileira o limite de velocidade é de cento e vinte quilômetros por hora (120 km/h). Um guarda rodoviário usa como referência visual três placas consecutivas de indicação de quilometragem. Assim de posse de um binóculo e de um cronômetro passa a fiscalizar automóveis que circulam nesse trecho da estrada. Qual é o intervalo de tempo limite para que um carro passe pelas três placas consecutivas sem que seja multado?
- Ren. Um minuto. É só transformar a velocidade para quilômetro por minuto.  $120 \text{ km/h} = 2 \text{ km/min}$ .
- Prof. Muito bem. Então se passar num tempo maior do que um minuto o que vai acontecer?
- Ren.: Nada. Ele não vai ser multado.
- Prof. Tudo bem, se passar a velocidade mais baixa né, do que a máxima permitida. Se ele passar no tempo menor do que um minuto, quer dizer que ele tá mais rápido aí ele deve ser multado né?
- Prof. Se ele gastar quarenta e cinco segundos pra ir da primeira placa até a segunda. O que acontece?
- Ren: Vai ser multado
- Prof. Vai ser multado. Tem que ser né.

Essa atitude do aluno Ren configura um piso paralelo muito importante para manter a motivação e fornecer indicações quanto à pertinência de suas ideias na frente de outros colegas.

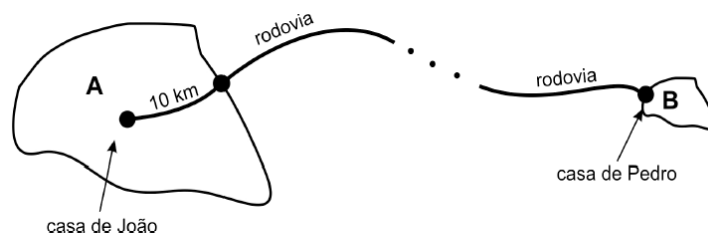
Conforme consta no plano de ensino, a avaliação é feita através da observação acerca do interesse e participação dos alunos no desenvolvimento das aulas, na resolução das tarefas propostas pela professora e, também, no seu desempenho apresentado na prova escrita individual.

Essa aula foi reservada pela professora para aplicação de uma avaliação escrita sobre os conteúdos estudados. Ao aluno que ao final do bimestre letivo estiver com uma média abaixo de 6,0 (seis) será facultativa uma recuperação do conteúdo.

A avaliação foi feita através de uma prova escrita, individual, com questões do tipo discursiva elaboradas pela professora. Em cada questão a professora apresentava uma situação problema envolvendo o conteúdo estudado. Algumas questões consistiam em aplicações diretas de fórmulas semelhantes às do livro texto. Embora fossem de aplicação de fórmulas, elas requeriam muita atenção do aluno na coleta dos dados do problema, envolviam situações enfrentadas por eles no seu cotidiano, tinham íntima relação com o movimento de pensamento que se esperava do aluno. O que se esperava dos alunos, não era a resposta imediata do problema, mas as condições de origem do conceito que estavam aprendendo, o qual, inclusive, serviria para a resolução, mas servirá, sobremaneira, para que adquiram um modo de pensamento.

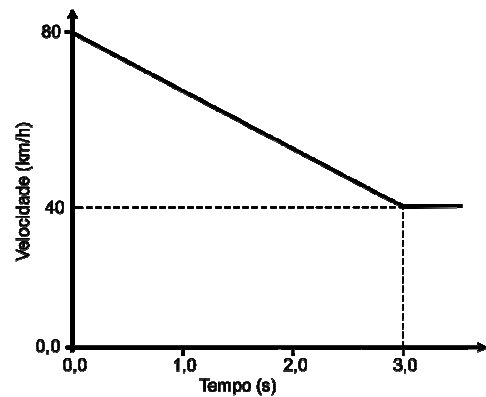
Prova aplicada no dia 26 de abril de 2010.

- 1) João fez uma pequena viagem de carro de sua casa, que fica no centro da cidade A, até a casa de seu amigo Pedro, que mora bem na entrada da cidade B. Para sair de sua cidade e entrar na rodovia que conduz à cidade em que Pedro mora, João percorreu uma distância de 10 km em meia hora. Na rodovia, ele manteve uma velocidade escalar constante até chegar à casa de Pedro. No total, João percorreu 330 km e gastou quatro horas e meia.



- Calcule a velocidade escalar média do carro de João no percurso dentro da cidade A.
- Calcule a velocidade escalar constante do carro na rodovia.

- 2) Um motorista dirige um carro com velocidade constante de 80 km/h, em linha reta, quando percebe uma “lombada” eletrônica indicando a velocidade máxima permitida de 40 km/h. O motorista aciona os freios, imprimindo uma desaceleração constante, para obedecer à sinalização e passar pela “lombada” com a velocidade máxima permitida. Observando-se a



- velocidade do carro em função do tempo, desde o instante em que os freios foram acionados até o instante de passagem pela “lombada”, podemos traçar o gráfico anexo. Determine a distância percorrida entre o instante  $t = 0$ , em que os freios foram acionados, e o instante  $t = 3,0$  s, em que o carro ultrapassa a “lombada”. Dê sua resposta em metros.

- 3) Um recurso eletrônico que está ganhando força nos videogames atuais é o sensor de movimento, que torna possível aos jogadores, através de seus movimentos corporais, comandarem os personagens do jogo, muitas vezes considerados como avatares do jogador. Contudo, esse processo não é instantâneo: ocorre um atraso entre o movimento do jogador e o posterior movimento do avatar. Supondo que o atraso seja de 0,5 s, se num jogo um monstro alienígena está a 18 m do avatar e parte do repouso em direção a ele para matá-lo, com aceleração constante de  $1 \text{ m/s}^2$  (informação disponibilizada pelo próprio jogo), quanto tempo, depois do início do ataque, o jogador deve socar o ar para que seu avatar golpee o monstro? Por simplificação, despreze em seu cálculo detalhes sobre a forma dos personagens.

- 4) Um estudante numa janela de um edifício observa que um objeto lançado para cima gasta 4,0 s para retornar a passar pela janela. Despreze o atrito do objeto com o ar. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$ ).

- calcule a altura máxima atingida pelo objeto, em m, acima da janela de observação do estudante.
- calcule a velocidade da bola ao passar pela janela.

- 5) Um engenheiro automotivo projeta um carro ecologicamente correto e eficiente que polui pouco e desenvolve altas velocidades. O carro é projetado de maneira que, quando acelerado maximamente em linha reta, a sua velocidade aumenta  $10 \text{ km/h}$  a cada segundo.

- a) Partindo de uma velocidade inicial de  $20 \text{ km/h}$ , ao final de  $8 \text{ s}$  de aceleração máxima, o carro terá atingido qual velocidade?
- b) Qual a distância percorrida pelo carro nos  $8$  segundos?

De acordo com a professora o resultado da avaliação foi dentro do esperado, por meio da qual a maioria dos alunos conseguiu alcançar uma nota considerada satisfatória, como demonstra a tabela a seguir.

| Nº de acertos | Porcentagem |
|---------------|-------------|
| 1 questão     | 20          |
| 2 questões    | 40          |
| 3 questões    | 60          |
| 4 questões    | 33          |
| 5 questões    | 10          |

De acordo com os dados da tabela, podemos verificar que  $40\%$  dos alunos, que corresponde a  $12$  alunos do total de  $30$  alunos estão abaixo da média. Percebemos ainda que  $60\%$  dos alunos, que corresponde a  $18$  alunos, atingiram a média. Verificamos também que dos  $18$  alunos que atingiram a média,  $10$  alunos ( $33,3\%$ ) conseguiram acertar  $4$  questões e  $3$  alunos ( $10\%$ ) acertaram as  $5$  questões.

## CONCLUSÃO

Anunciamos na introdução deste trabalho a intenção de realizar um experimento didático-formativo em situação real em sala de aula, visando analisar e avaliar efeitos de ações didáticas de uma professora de Física na formação de ações mentais nos alunos, a partir da aplicação do plano de ensino em um tópico de Física para alunos do 1º ano do Ensino Médio, na perspectiva da teoria do ensino desenvolvimental de V. Davídov. Para isso, foram postos os seguintes objetivos: a) utilização de metodologia de ensino proposta por Davídov, baseada em ações de aprendizagem e outros requisitos didáticos da teoria histórico-cultural; b) promoção de interação entre os alunos e o professor e entre os próprios alunos, mediadas pelo professor, favorecendo aos alunos a exposição de ideias e contribuindo para a formação e operação com conceitos; c) Análise do interesse e da participação dos alunos na realização das atividades propostas pela professora em sala de aula.

Segundo Davídov, o objetivo primordial do professor na atividade de ensino é o de promover e ampliar o desenvolvimento mental de seus alunos, provendo-lhes os modos e as condições que propiciem esse desenvolvimento. Em termos práticos, significa o professor fornecer ao aluno as condições para o domínio dos processos mentais para a interiorização dos conteúdos, formando em sua mente o pensamento teórico-científico (LIBÂNEO, 2007). Dessa forma, o objetivo mais importante da pesquisa foi o de verificarmos o efeito da atuação da professora (e seu plano de ensino) na formação de ações mentais dos alunos ou modificação das já existentes. Lembramos que Davídov escreveu que “[...] a realização do experimento formativo pressupõe a projeção e modelação do conteúdo das formações mentais novas a serem formadas, dos meios psicológicos e pedagógicos e das vias de sua formação” (VYGOTSKY, 1988, p. 196).

Em muitos momentos, ao longo do experimento, a professora pôs em prática uma postura dialógica, levando os alunos a explicitarem as suas opiniões, formularem perguntas e trabalharem diferentes pontos de vista. Com isso a professora valorizou a participação ativa dos alunos, estimulando-os a colocarem novas ideias e argumentos em discussão, por meio de novas perguntas. Ou seja, pôs em prática no experimento uma das recomendações da postura proposta por Vygotsky, de promover em classe bastante interlocução.

A professora mostrou um domínio de instrumentos conceituais, modos de pensar, com base no conteúdo da matéria, ajuda pedagógica, ligação do conhecimento com a prática. Ela também buscou formar nos alunos um procedimento geral destinado a resolver problemas,

exercícios, construir gráficos, etc. Mesmo considerando os limites, as dificuldades, a própria professora revelou, em seu depoimento, um saldo positivo do seu trabalho com os alunos.

Embora as respostas dos alunos nos diálogos em classe fossem, quase sempre, muito “telegráficas”, o desempenho dos alunos na prova escrita aplicada pela professora foi bastante satisfatório, conforme relato da professora. É importante esclarecer que a maioria das questões da prova exigia do aluno identificar o núcleo conceitual da matéria, construir a rede de conceitos a partir desse núcleo conceitual, desenvolvendo a capacidade de utilizar os conceitos como ferramentas mentais.

O experimento didático foi uma oportunidade de formação continuada da professora, na situação de trabalho. Os resultados mostraram que a professora optou por não se aprofundar nas formalizações matemáticas, pois, segundo declarou em entrevista, achou por bem dar mais ênfase aos conceitos do que às relações matemáticas decorrentes deles, a fim de não gerar desinteresse nos alunos, pois eles poderiam não ter o embasamento matemático necessário para a compreensão das referidas relações. Conforme dados do questionário sociocultural, aplicado no início do experimento, existe um grande desnível entre os alunos no que se refere à base de ensino recebida por eles, pois, são provenientes de várias escolas, públicas, privadas, religiosas, etc.

Os dados obtidos das observações do desenvolvimento do experimento sugerem melhoria no interesse e na aprendizagem dos alunos, mas apontam, também, para a relevância da formação teórica e metodológica do professor e para a necessidade de ele considerar na sua prática de ensino o impacto da sua concepção epistemológica em relação ao processo de ensino e aprendizagem.

Um fato importante a ressaltar é que, no início de algumas aulas, a professora abordou os principais pontos trabalhados na aula anterior. Assim, alguns alunos presentes em uma determinada aula, e que poderiam ter estado ausentes em aulas anteriores, teriam condições de acompanhar a introdução do novo conteúdo. Entretanto, é importante destacar que a maioria dos alunos esteve presente no decorrer de todas as atividades.

Observamos ainda que através dos diálogos nem sempre a professora apresentou explicações para um determinado conceito de imediato, retomando-as após criar as condições para que os alunos discutissem as várias argumentações levantadas por eles. Essa estratégia foi positiva para despertar o interesse dos alunos com relação à exposição do conteúdo, o que contribuiu para uma aprendizagem significativa por parte dos discentes.

Os dados coletados nesta pesquisa confirmam a eficácia da interação social, quando se constrói e se desenvolve nos alunos processos e estratégias culturais de pensamento e



aprendizagem. A interação de modo explícito com outros alunos, além do professor, induziu e ajudou o aluno a refletir continuamente sobre o seu saber ou não-saber, analisando as suas estratégias de conhecimento, de aprendizagem e de solução de problemas, inclusive para poder comunicá-las adequadamente e/ou defendê-las diante das objeções dos outros.

Observando os dados obtidos no experimento, percebemos que eles demonstram ser muito valiosos para o desenvolvimento mental dos alunos, dentro do esperado. Os dados evidenciaram, também, que a professora sempre demonstrou muita disposição em dialogar com os alunos, preocupou-se com a motivação, buscou sempre ratificar as respostas dos alunos fazendo questão de consolidar os conceitos trabalhados.

Em relação à falta de base anterior de conhecimentos por parte dos alunos, trata-se de uma questão sumamente relevante, colocando obstáculos ao trabalho do professor, mesmo quando sua intenção é trabalhar com a formação e operação com conceitos. A professora fez comentários muito pertinentes a esse respeito. A pergunta do pesquisador era sobre de que maneira ela lidava com a relação entre conceitos cotidianos e conceitos científicos na experiência dos alunos. Eis sua resposta:

“Com certeza, eles já trazem certos conceitos, às vezes pelo cotidiano deles, às vezes porque algumas escolas do ensino fundamental têm aulas de Física onde os professores não são professores de Física, as vezes são professores de Ciências. A Física, ela tem todo um vocabulário específico, tem palavras que cientificamente falando, fisicamente falando, tem um significado e no nosso cotidiano tem outro. Trabalho, por exemplo, é uma grandeza física que a gente tem que definir, então a gente faz todo um alinhamento de vocabulário, da forma de tratar essas palavras, de entendimento dessas palavras. Não é só o aluno que confunde, muitas vezes o professor do ensino fundamental também confunde. No caso da velocidade e aceleração, por exemplo, nós usamos palavras diferentes para que eles possam entender, a gente trabalha com rapidez, o que é rapidez, o que faz a velocidade mudar, a rapidez com que a velocidade muda, a gente usa algumas palavras alternativas e eles descobrem essas palavras também e conseguem perceber a diferença entre os conceitos”.

(Depoimento da professora em entrevista)

Ao término da realização do experimento, a professora colaboradora e este pesquisador, chegaram à conclusão de que o trabalho apresentou pontos positivos quanto à motivação e orientação das atividades, diante do maior interesse e participação dos alunos pelas aulas, evidentes nos diálogos.

“Eu não tinha conhecimento da teoria de Davídov, até porque essa teoria é mais nova, mais recente do que quando eu estudei na licenciatura. Coincidentemente, a gente acabou vendo uma certa afinidade com essa teoria, porque ao ensinar Física eu sempre questiono muito os alunos durante as aulas, sempre faço muitas perguntas. O que foi muito importante nessa experiência é que a gente presta muita atenção nas respostas e avalia o resultado”.

(Depoimento da professora em entrevista)

Em relação à proposta metodológica de Davídov, os registros das observações mostram que, mesmo com boa participação dos alunos, as respostas deles quase sempre eram monossilábicas, não tendo sido possível captar o movimento mental que ocorria em suas mentes. Foram raros os momentos em que nos foi possível captar um raciocínio mais formalizado, o que permitiria saber em que nível conseguiram formar conceitos.

Um problema que pode ter afetado a consecução dos objetivos do plano de ensino, em relação especialmente à formação de conceitos, foi a extensão do conteúdo, ou seja, muito conteúdo para pouco tempo. O prejuízo para o experimento didático foi visível: o ensino se apresentou, frequentemente, muito fragmentado, ou seja, nem sempre os conceitos foram trabalhados como uma rede, em termos de relações entre conceitos. Com isso, boa parte das aulas se caracterizou mais pelo conhecimento empírico do que pelo conhecimento teórico-científico.

Em alguns momentos, a professora teve dificuldades em cumprir a proposta de ensino conforme a teoria do ensino desenvolvimental de Davídov, como nos mostraram alguns episódios em que a docente não abriu espaço para os alunos expressarem sua compreensão acerca dos conceitos e, também, não conseguiu acentuar suficientemente o conceito nuclear do tema estudado.

Em sua entrevista, a professora manifestou estar consciente dessa falha e falou da importância de se dar a palavra ao aluno no seu esforço de organização mental. Esse depoimento destaca, também, como o experimento didático é uma forma de aprendizagem de elementos da profissão na própria situação de trabalho.

“Muitas vezes eu questionava o aluno, mas não dava tempo pro aluno pensar e responder, porque a gente é muito imediatista e às vezes o aluno demora um pouco para responder e a gente responde na frente dele, até pela dinâmica da sala de aula. Às vezes os alunos começam a conversar, se dispersam um pouquinho, então a gente faz a pergunta e a gente mesmo responde. Após essa experiência, que achei muito positiva, eu venho tentando ter mais paciência em esperar a resposta do aluno e aproveitar essa resposta como um gancho para desenvolver a teoria que tem de ser estudada”.

(Depoimento da professora em entrevista)

Outras dificuldades estão relacionadas com características de aprendizagem e desenvolvimento dos alunos no que se refere ao seguinte: capacidade de abstração, falta de base de conhecimentos trazidos do ensino fundamental (alguns casos), características de desenvolvimento psicológico e social da turma (adolescentes na faixa de 13 a 14 anos), questões essas já relatadas por muitos outros professores. Em relação a essa questão, é bastante oportuna a observação, a seguir, da professora em sua entrevista:

“Eu vejo a dificuldade dos alunos em Física principalmente em relação a disciplinas que são pré-requisitos, entre elas a interpretação de texto e a matemática básica. Quando o aluno tem uma boa base nestas duas disciplinas, o ensino de Física se torna bem mais fácil”.

(Depoimento da professora em entrevista)

Concluimos, também, que para um maior êxito do nosso trabalho, devia ter ocorrido uma ação conjunta com outros setores da escola, coordenadores, orientadores, professores das outras disciplinas, ou seja, o trabalho deveria ser realizado em equipe. Fazendo uma avaliação do nosso trabalho foi possível identificarmos uma série de situações que poderão ser melhoradas para os trabalhos futuros, tais como:

- A intensificação da atividade participativa dos alunos;
- A preparação dos alunos para o desenvolvimento de atitudes compatíveis com esse tipo de trabalho, isto é, saber colaborar com o outro e trocar ideias;
- O aproveitamento dos alunos mais adiantados para monitorar, eventualmente, o trabalho dos alunos que apresentam mais dificuldades;
- Um planejamento de tarefas diversificadas de modo a atender aos alunos que apresentam ritmos e níveis de desenvolvimento diferentes;
- A utilização de recursos didáticos mais modernos, deixando do uso exclusivo do quadro giz e da exposição oral.

Os dados da presente pesquisa mostraram o valor da teoria histórico-cultural para a educação que é dada nas nossas escolas. Porém, sua aplicação requer muito cuidado para não ser vista apenas como mais uma teoria. Ela requer profissionais dispostos a estreitar as ligações entre teoria e prática, com uma ajuda efetiva da didática, da psicologia educacional e da sociologia da educação, com vistas a contribuir com a atuação concreta do professor, de modo a instrumentalizá-lo teórica e praticamente para ser sujeito do seu próprio processo de construção do conhecimento profissional.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA J. B. A Evolução do Ensino de Física no Brasil. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 1979.

ANGOTTI, J. A. P. *Fragmentos e totalidades no conhecimento científico e no ensino de ciências*. São Paulo, 1991. 205 f. Tese (Doutorado) – Departamento da Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo.

\_\_\_\_\_. Conceitos unificadores e ensino de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 15, n. 1-4, 1993.

AZEVEDO, Fernando de. A cultura brasileira. *Revista Brasileira de Física*, 1979.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. *Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Trad. Alvarez, M. J.; Santos, S. B.; Baptista, T. M. Porto, 1982. (Coleção Ciências da Educação).

CACHAPUZ, Antônio; GIL PEREZ, Daniel; CARVALHO, Ana Maria Pessoa de. *A necessária renovação do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez, 2005.

CARVALHO JÚNIOR, G. D. de. As concepções de ensino de física e a construção da cidadania. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n. 1, abr. 2002, p. 53-66.

CARVALHO, A. M. P. (Org.). Critérios estruturantes para o ensino das ciências. In: CARVALHO, A. M. P. *Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. P.1-7.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PEREZ, D. *Formação de professores de ciências: tendências e inovações*. 2. Ed. São Paulo: Cortez, 1995.

CHAIKLIN, S.; HEDEGAARD, M. *Radical-local teaching and learning: a cultural-historical approach*. Aarhus / Dinamarca: Aarhus University Press, 2005.

COLE, M.; SCRIBNER, S. Introdução. In: VYGOTSKY, L. S. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. 7. Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

DAVIDOV, Vasili V. *La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico: investigación psicológica teórica y experimental*. Moscou: Editorial Progreso, 1988.

\_\_\_\_\_. *La cultura evolutiva y pedagógica en la URSS*. Moscou: Progreso, 1987.

DAVÍDOV, Vasili V. *Tipos de generalización en la enseñanza*. Editorial Pueblo y Educación, 1983.

\_\_\_\_\_. Uma nova abordagem para a interpretação da estrutura e do conteúdo da atividade. Trad. José C. Libâneo a partir do texto: A new approach to the interpretation of activity structure and content. In: HEDEGAARD, Marianne; JENSEN, Uffe Juul. *Activity theory and social practice: Cultural-historical approaches*. Aarhus (Dinamarca), Aarhus University Press, 1999.

DELIZOICOV, Demétrio. *Ensino de ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002.

\_\_\_\_\_. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLLA, Maurício (org.). *Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora*. 2. Ed. Vygotsky. Florianópolis: UFSC, 2005.

DOMINGUES, J. L.; TOSCHI, N. S.; OLIVEIRA, J. F. A reforma do ensino médio: a nova formulação curricular e a realidade da escola pública. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 70, n. 1, p. 63-79, abr. 2000.

DUARTE, N. *Vygotski e o “aprender a aprender”*: crítica às apropriações neoliberais e pós-modernas da teoria vigotskiana. Campinas: Autores Associados, 2000.

ENGSTRÖM, Yrjö. Non scholae sed vitae discimus: como superar a encapsulação da aprendizagem escolar. In: DANIELS, Harry (org.). *Uma introdução a Vygotsky*. São Paulo: Loyola, 2002.

FRACALANZA, H. A pesquisa sobre o livro didático de Ciências no Brasil. In: ROSA, Maria Inês Petrucci (Org.). *Formar: encontros e trajetórias com professores de ciências*. São Paulo: Escrituras, 2005.

FREITAS, Raquel A. M. da Madeira. O processo de escolarização e a formação de conceitos na teoria histórico-cultural. Texto digitado 2009.

GIUSTA, A. da S. Concepções de aprendizagem e práticas Pedagógicas. In: *Educ. Vygotsky*. Belo Horizonte, v. 1, 1985, p. 24-31.

GOMES L. C.; BELLINI L. M. Uma revisão sobre aspectos fundamentais da teoria de Piaget: possíveis implicações para o ensino de física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 31, n. 2, 2301, 2009.

GOUVEIA, M. S. F. *Cursos de ciências para professores de 1º grau*: elementos para uma política de formação continuada. Campinas, 1992. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas.

Haidar, Maria de Lurdes Mariotto. Ensino secundário no império brasileiro. *Revista Brasileira de Física*, 1979.

HEDEGAARD, Mariane. A zona de desenvolvimento proximal como base para o ensino. In: DANIELS, Harry (Org.). *Uma introdução a Vygotsky*. São Paulo: Loyola, 2002.

LEONTIEV, A; LURIA, A.; VYGOTSKY, L. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. Trad. Maria da Penha Villalobos. São Paulo: Ícone, 2001.

LIBÂNEO, José C. A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a teoria histórico-cultural da atividade e a contribuição de Vasili Vygotsky. *Revista Brasileira de Educação*, Rio de Janeiro, n. 27, 2004.

LIBÂNEO, José C.; FREITAS, Raquel A. M. da Madeira. A elaboração de planos de ensino conforme a teoria do ensino desenvolvimental. Texto digitado 2009.

\_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. Vygotsky, Leontiev e Vygotsky: contribuições da teoria histórico-cultural para a didática. In: SILVA, Carlos C.; SUANNO, Marilza V. R. *Didática e interfaces*. Rio de Janeiro: Deescubra, 2007.

MARANDINO, M.; SCARPA, D. L. Pesquisa em ensino de ciências: um estudo sobre as perspectivas metodológicas. In: *Atas do II Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, Valinhos, 1999.

MOREIRA, M. A. Ensino de física no Brasil: retrospectiva e perspectivas.. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, UFRGS: Instituto de Física, v. 22, n. 1, mar. 2000.

MORTIMER, E. F. *Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências*. Belo Horizonte: UFMG, 2000.

MOYSÉS, Lúcia. *Aplicações de Vygotsky à educação matemática*. Campinas: Papyrus, 1997. (Coleção Magistério: Formação e Trabalho Pedagógico).

NARDI, R. A área de ensino de ciências no Brasil: Fatores que determinaram sua constituição e suas características segundo pesquisadores brasileiros. Tese [Livre Docência em Educação para Ciências]. Faculdade de Ciências da UNESP-Bauru. Bauru, 2005, 169p.

NARDI, Roberto (Org.). *Pesquisas no ensino de física*. 3. Ed. São Paulo: Escrituras, 2004. (Educação para a Ciência).

NÚÑEZ, Isauro Beltrán. *Vygotsky, Leontiev e Galperin: formação de conceitos e princípios didáticos*. Brasília: Liber Livro, 2009.

OLIVEIRA, Marta Kohl de. *Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento um processo sócio-histórico*. São Paulo: Scipione, 1997.

PIETROCOLA, Maurício (Org.). *Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora*. 2. Ed. Rev. Florianópolis: UFSC, 2005.

- RAMOS, Marise Nogueira. A educação profissional pela pedagogia das competências: para além da superfície dos documentos oficiais. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 23, n. 80, set. 2002.
- REGO, Teresa Cristina. *Vygotsky: Uma perspectiva histórico-cultural da educação*. 3. Ed. Petrópolis: Vozes, 1996.
- ROMANELLI, O. O. *História da educação no Brasil*. Petrópolis: Vozes, 2005.
- ROSA, C. T. W. *Laboratório didático de Física da Universidade de Passo Fundo: concepções teórico-metodológicas*. Passo Fundo, 2001. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade de Passo Fundo.
- RUBTSOV, Vitaly. A atividade de aprendizado e os problemas referentes à formação do pensamento teórico dos escolares. In: GARNIER, Catherine.; BEDNARZ, Nadine.; ULANOVSKAYA, Irina. *Após Vygotsky e Piaget*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- SANTOS, Flávia M. Teixeira dos; GRECA, Ileana Maria (Orgs.). *A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias*. Rio Grande do Sul: Unijuí, 2006. (Coleção educação em ciências).
- SCHNETZLER R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. *Quím. Nova*, São Paulo, v. 25, supl. 1, maio, 2002.
- SILVA, H. C.; ALMEIDA, M. J. P. M.; Textos e imagens: discurso e conhecimento escolar em aulas de física. In: ENCONTRO INTERNACIONAL LINGUAGEM, CULTURA E COGNIÇÃO: reflexões para o ensino, II, 2003, Belo Horizonte: UFMG, 2003. 030 CD-ROM.
- SOUZA, T. C. F. *Avaliação do ensino de física: um compromisso com a aprendizagem*. Passo Fundo: Ediupf, 2002.
- VAN DER VEER, R.; VALSINER, J. *Vygotsky: uma síntese*. 5. Ed. Trad. Cecília C. Bartalotti. São Paulo: Loyola, 2006.
- VYGOTSKY, L. S. *A construção do pensamento e linguagem*. Trad. Paulo Bezerra. 2. Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2009.
- \_\_\_\_\_. *A formação social da mente*. 6. Ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999.
- \_\_\_\_\_. *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. 7. Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- \_\_\_\_\_. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

**APÊNDICE I**  
**TRANSCRIÇÃO DE ALGUMAS AULAS**  
**AULA DO DIA 15/03**

Prof. Esses dois móveis aqui estão se afastando né, certo? Então agora eu vou fazer uma outra pergunta pra vocês. Se o móvel A estivesse parado com que velocidade ele teria que se movimentar pra que ele continuasse a se afastar no mesmo ritmo, a mesma rapidez?

Aluno 9. Seis metros por segundo

Prof. Seis metros por segundo. Todo mundo entendeu o que ele falou? Então vou repetir a pergunta. Se o móvel A estivesse parado, com que velocidade o móvel B teria que se movimentar pra que continuasse a se afastar no mesmo ritmo?

Aluno 10. A diferença das velocidades?

Prof. É a soma.

Aluno 10. Não é porque lá é menos...

Alunos. Afastando!

Prof. Continuam se afastando né, agora a velocidade que eles estão se afastando é maior ou menor do que a outra?

Aluno 15. Menor.

Prof. Menor. Quanto que é essa velocidade de afastamento?

Aluno 20. Dois metros por segundo

Prof. Dois metros por segundo, que cálculo vocês fizeram? A diferença entre as velocidades né. Quatro menos dois. E se fosse ao contrário o B estivesse se movimentando pra cá, esse aqui tá com a velocidade de dois metros por segundo e esse aqui com a velocidade de quatro metros por segundos, o que que vai acontecer? Eles se afastam ou se aproximam?

Alunos. Se aproximam!

Prof. Se aproximam. Com que velocidade eles se aproximam?

Alunos. (inaudível)

Prof. Dois metros por segundo... então no cálculo que foi feito aí colocou a diferença também das velocidades né! Então vamos resumir isso aí, isso aí é velocidade relativa tá, velocidade relativa então vai ser sempre entre dois movimentos dois móveis, de um em relação ao outro. Velocidade relativa sempre vai ser de afastamento ou aproximação. Nesse caso aqui ó, se esse aqui tivesse invertido o movimento o que que aconteceria, ele estaria aproximando até encontrar o outro,



depois quando ele passasse à frente eles estariam se afastando novamente né. Então sempre velocidade relativa vai ser de afastamento ou de aproximação.

Aluno 11. Professora eu não entendi quando você fala em repouso, eu não entendi o porquê?

Prof. Tá! Eles estão em sentidos contrários, então se o A estivesse parado com que velocidade o B teria que se movimentar pra se afastar na mesma, no mesmo ritmo?

Aluno 11. É a soma, a velocidade do A e B?

Prof. Isso! Então eles teriam que se movimentar quando a velocidades estivesse a seis metros por segundo. Aí você vai pegar o módulo de velocidade. É o valor absoluto, sem o sinal.

Aluno 11. Qual o significado do sinal?

Prof. O significado do sinal é o sentido do movimento.

Aluno 11. Quer dizer professora que o sentido passa de seis em seis?

Prof. É... aí a pergunta foi feita se esse aqui tivesse parado, então esse aqui teria que andar pra lá com essa velocidade de seis, mais se fosse ao contrário? Esse aqui estivesse parado, então esse aqui teria que andar pra cá com a velocidade de seis metros por segundo, só que seria ao contrário.

Aluno 13. Menos seis!

Prof. Menos seis. Só que não interessa o sinal, interessa só o seguinte se está se afastando ou se aproximando porque a gente trabalha sempre com valor positivo tá. Mas se você fosse analisar pra onde tá indo o outro, esse aqui seria pra cá e esse pra lá... então vamos escrever o que é isso aí. O que é velocidade relativa? Na verdade é uma regrinha pra mostrar como calcular a velocidade relativa tá, então primeiro, pra existir velocidade relativa, tem que existir o movimento de dois móveis. A velocidade de A em relação a B ou de B em relação a A que é a velocidade relativa vai ser a soma das velocidades quando esses móveis tiverem sentidos opostos e vai ser a diferença dessas velocidades quando eles estiverem o mesmo sentido tá. A velocidade relativa vai ser o que? A soma desses módulos aqui das velocidades. O que que é módulo? É o valor da velocidade sem sinal tá, é o valor absoluto, então você só soma as velocidades. E se os móveis A e B tem mesmo sentido a velocidade relativa vai ser a maior menos a velocidade menor tá. Poderia ser só diferença entre elas e o resultado em módulo também tanto faz  $V_A$  menos  $V_B$  usa a maior menos a menor tá. Certo? Pra que serve isso? Geralmente

a gente aplica essa velocidade relativa quando a gente vai resolver exercício que você não pode desprezar o tamanho do comprimento do módulo. Quando tem lá cem metros de comprimento, duzentos metros de comprimento tem como resolver pelas equações também, mais fica mais fácil resolver pela velocidade relativa tá. Então se um trem vai ultrapassar o outro, eu pergunto pra vocês, o A tem comprimento de duzentos metros e o B quinhentos metros. A velocidade do A é de trinta e cinco metros por segundo e a velocidade do B vinte e cinco metros por segundo, pode ser? Eu quero saber qual é o tempo de ultrapassagem de um pelo outro quando eles estão no mesmo sentido?

Aluno 8. Vinte segundos?

Prof. Eu tô perguntando o tempo de ultrapassagem...

Aluno 8. Vinte segundos?

Prof. O tempo de ultrapassagem vai ser medido quando começar a ultrapassagem tá. Então eu vou fazer o seguinte vamos desenhar aqui essa trajetória dos dois. Qual que vai ultrapassar qual?

Alunos 2. O A vai passar na frente do B

Prof. O A que vai passar a frente, porque se o A tiver na frente o B vai alcançar o A?

Alunos. Não!

Prof. Não tem jeito, porque ele tá com a velocidade menor, então ele nunca vai alcançar. Os dois estão no mesmo sentido. os dois estão se movimentando no mesmo sentido né?

Aluno 2. Aí professora tem que somar o tamanho de cada trem né?

Prof. Por que que tem que somar?

Aluno 2. Porque aí é ultrapassagem, aí quando a frente de um tá na traseira do outro e termina quando a traseira de A passar a frente do B aí dá setecentos metros.

Prof. Exatamente! E esse raciocínio você percebeu que você tá considerando como que se um deles estivesse parado não é?

Aluno 2. Aí dez metros por segundo cada...

Prof. Então você já tá pensando se o B estivesse parado né, o A teria que percorrer qual distância?

Aluno 2. Setecentos metros

Prof. Setecentos metros, exatamente isso que você me falou, então olha aqui. Se o B estivesse parado o A teria que passar pelo B e pra terminar ultrapassagem ele teria que chegar aqui ó. A traseira do A teria que estar alinhada com a frente do B pra

ultrapassar. Então olha, se o B tivesse parado o A começaria a ultrapassagem aqui, aí ele vai andar esse espaço todinho aqui do B mais o tamanho dele. Então essa seria a distância que ele teria que percorrer. Então a distância que ele teria que percorrer seria setecentos metros, com que velocidade?

Alunos. Trinta e cinco menos a velocidade do outro.

Prof. A velocidade seria de dez metros por segundo, então se um estivesse parado com que velocidade o outro deveria estar se movimentando? Então a velocidade é a velocidade relativa. Então qual é o tempo de ultrapassagem?

Alunos. (inaudível)

Prof. Pronto, a velocidade relativa é uma velocidade, então é  $\Delta S$  sobre  $\Delta T$ , então basta fazer. Se eles estiverem em sentidos opostos?

Aluno 4. Aí seria cinquenta...

Prof. Pode tá andando assim ó, aí ultrapassa...

Aluno 3. Onze vírgula quatro...

Prof. E a distância que eles teriam que percorrer? Qual seria?

Aluno 3. Setecentos metros.

Prof. Setecentos também, mais aí qual seria a velocidade?

Aluno 5. Sessenta metros por segundos

Prof. Sessenta metros por segundos certo?

Aluno 15. O que que é função horária?

Prof. Função horária você faz pra um móvel e pra outro móvel separadamente aí a pergunta é a mesma, qual é o tempo de ultrapassagem quando eles estão se movimentando no mesmo sentido. Então o que eu quero é que vocês resolvam essa mesma questão usando a função horária...

Alunos. Agora?

Prof. Faz aí agora... o que que é função horária? Horária quer dizer que depende do tempo, função horária do espaço é o espaço em função do tempo, para movimento uniforme é aquela função  $S$  é igual a  $S$  zero... não se esqueçam que tem a função horária, então vocês tem que montar a função horária pra um móvel e função horária pra outro móvel.

**AULA DO DIA 19/04**

Prof. Só que agora o que a gente vai fazer?

Aluno 1: Não tem gráfico?

Prof. Tem, tem gráfico também do mesmo jeito . Gente agora o que a gente vai fazer vai ser o seguinte: todo movimento que a gente estava estudando era na horizontal né? Agora a gente vai estudar na vertical. Então a gente vai estudar agora os movimentos na vertical. Todos os movimentos que nós estudamos na horizontal a gente vai estudar na vertical.

Aluno 2. A gente fez o exercício lá da queda livre lá.

Prof. Então, as equações são as mesmas, não mudam as equações, porque? Porque o movimento na vertical é também um movimento uniformemente variado. Que que acontece gente quando eu solto um corpo? Eu solto esse pedaço de giz aqui e deixo ele cair que que acontece?

Alunos. Vai cair

Prof. Qual a velocidade dele?

Aluno 3: vai aumentando a velocidade.

Prof. A velocidade aumenta então a gente sabe que a velocidade aumenta. Aumenta de quanto?

Alunos. 9,8 metros por segundo ao quadrado.

Prof. Que é isso?

Alunos. É a gravidade

Prof. Aceleração da gravidade. Então a diferença do movimento que a gente já estudou até agora pra esse movimento que a gente vai estudar é essa aceleração, sempre a mesma aceleração, então a gente não vai ter que calcular a aceleração do movimento já vai ser a aceleração da gravidade. Então o que que é essa aceleração da gravidade? Que que isso? Qual que é o significado disso?

Aluno 4. Como é que é a pergunta?

Prof. O que que é aceleração da gravidade que vocês me falaram agora.

Aluno 4. É a evidência de velocidade, ela vai aumentando então a rapidez com que a velocidade do corpo vai aumentando.

Prof. Exatamente. Só que essa aceleração da gravidade é na vertical né, por que?, porque existe uma força de atração gravitacional que a Terra exerce sobre os corpos. Na verdade essa força de atração gravitacional ela existe entre qualquer

corpo que tenha massa, então dois corpos que tem massa eles se atraem tá. Então depois mais pra frente a gente vai estudar essa força gravitacional em detalhes, por enquanto, só tô falando que ela existe tá!

Aluno 5. A gente entrou naquele site lá da UOL, lá tinha um artigo falando sobre a gravidade, até não entendi direito, mais lá falava da ausência de gravidade numa nave espacial em órbita.

Prof. Se não tem gravidade, que que acontece, se não tem gravidade não tem nada puxando ele pra baixo, que que vai acontecer?

Alunos. Vai ficar pulando... (inaudível)

Prof. Depois a gente vai ver que que acontece nessas situações quando a aceleração for zero, mais aí a gente vai estudar a força da gravidade, como que ela atua, porque depende das massas dos corpos, até a manutenção do corpo na órbita depende disso.

Aluno 5. Eu não entendi direito, lá eles estavam explicando como a gravidade constatava, aí estava dando o exemplo daquele avião que cai.

Prof. Você entra dentro do avião, mas é um simulador!

Aluno 5. É como você estivesse em queda livre você precisa de um apoio.

Prof. É a história do super-homem né, que ele tá no ar e de repente ele dá um impulso assim e começa a voar, isso aí faz sentido? Não faz né! Ele vai empurrar o que, o vento ali, o ar que ele tá empurrando pra ganhar aquele impulso. Então né tem alguma coisa aí que tá esquisita, mas a gente vai estudar essa força gravitacional e aí você vai ver que os corpos né para se atraírem eles precisam ter massa. Então os corpos de uma forma geral todos se atraem. Eu tenho massa você tem massa então existe uma força de atração né, gravitacional entre esses dois corpos. Agora, essa força de atração gravitacional é muito pequena né, porque as massas são pequenas e a distância aqui também é muito pequena, então a constante gravitacional, constante que faz parte dessa força, ela é uma constante pequenininha. Então se a massa também é pequena essa força aí pode ser desprezível, a gente não vai considerar essa força. Mas no caso do corpo quando você solta a força não é desprezível. Então depois a gente vai estudar em detalhes o que que acontece tá, mas existe a força também. Então a força de atração gravitacional é a força que a Terra exerce sobre o corpo. Eu solto esse corpo, ele vai ser atraído pela Terra mas ele também não atrai a Terra? Atrai também, também atrai. Só que a gente não percebe a atração que ele exerce sobre a Terra, exatamente pelo que você (aluno)

falou. Que a massa da Terra é muito maior que a massa do giz, então você não percebe a força que o giz exerceu sobre a Terra, você percebe a força que a Terra exerce sobre o giz tá. Então existe essa força que a Terra exerce sobre o corpo. Então todos os corpos estão sendo atraídos pro centro da Terra né, você solta ele vai cair. Será que esses corpos vão cair sempre no mesmo tempo?

Alunos. Depende do tamanho do corpo da massa, do formato dele também, do espaço

Prof. Gente então olha, isso ai gente é um estudo já muito antigo do tempo de Aristóteles 300, 400 anos antes de Cristo. Já começaram a estudar isto daí tentando descobrir como que funcionava, mas Galileu é que chegou a conclusão, bem mais pra frente, de que não dependia da massa não tá, mas, acontece que depende do fato de ter ar ou não, se não houver a existência do ar, se não tiver o ar atrapalhando se você pegar uma folha de papel e uma bola de basquete, um giz, qualquer corpo, o cofre, o piano ou uma carteira, uma pena os corpos vão gastar o mesmo tempo pra cair tá, uma caixinha, qualquer coisa, então qualquer corpo leva o mesmo tempo pra cair desde que não haja existência do ar tá. Por que?, porque a existência do ar, ela vai fazer uma resistência, o próprio nome já está dizendo ela vai atrapalhar um pouquinho a queda do corpo, então com essa resistência ele vai gastar um pouco mais de tempo. Essa experiência gente vocês podem fazer agora, aqui mesmo. Pega uma folha, um pedacinho de giz e deixa cair, vamos ver qual que vai gastar mais tempo. A folha vai fazer esse movimento aqui, por causa da área dela.

Alunos. (Fazem experiência com a folha). A folha demorou mais

Prof. Porque isso?

Aluno 6. Porque a folha ficou mais aberta.

Prof. O ar tá atrapalhando o tempo?

Aluno 6. É na folha o ar pega mais espaço

Prof. Eles caem, porque, gente quando a folha tá aberta, olha aqui, tá em contato com a folha toda essa área fica em contato com o ar, então o ar, a força de resistência é sempre contrária a tendência do movimento. Então se o corpo tá caindo a força de resistência vai ser empurrando a folha para cima tá. Então à medida que ela tá caindo ela tem toda essa área aqui para sofrer essa resistência. Quando você embola ela vira um outro material, ai ela não tem tanto espaço pra sofrer as resistências. Então essa conclusão Galileu já chegou né a muito tempo atrás que os corpos gastavam o mesmo tempo para cair, se eles pudessem ser considerados

como pontos materiais, ou seja, se a gente puder desprezar o tamanho dele. Então independente da massa o tempo que eles gastam pra cair é o mesmo tá, se a gente puder desprezar a existência do ar, ou de uma forma mais ampla, se estiverem no vácuo, que que é o vácuo?

Alunos. Sem ar

Prof. Sem ar, então não tem o ar para atrapalhar, se estiverem no vácuo eles caem ao mesmo tempo.

Aluna 6. Por causa da existência do ar

Prof. Por causa da existência do ar

Aluno 7. Se cai no vácuo cai no mesmo tempo?

Prof. Cai no mesmo tempo se soltar né. Gente então nós vamos estudar esses movimentos na vertical. São três possibilidades que a gente tem para estudar: 1° a gente soltar e deixar o corpo cair isso nós vamos chamar de queda livre, quer dizer o que, que eu não tô jogando, eu não tô empurrando o corpo. Então uma queda livre, ele vai cair só com a aceleração da gravidade tá. Então não tem nem uma outra força conduzindo esse movimento tá gente. Outra possibilidade, eu posso jogar esse corpo para cima, se eu jogar o que acontece?

Alunos. Há uma aceleração, ele para e volta.

Prof. Então não é um movimento uniformemente variado. Que aconteceu, ele subiu, movimento como é que é acelerado, retardado?

Alunos. Retardado

Prof. Retardado, parou e depois passa a ser acelerado

Alunos. Acelerado até chegar no chão

Prof. É ai que ele encontra uma resistência.

Aluno 8. Mais é possível calcular a resistência do ar?

Prof. É possível, por enquanto nós vamos frisar essa resistência, mas existe uma formulazinha para calcular tá. Depende de uma constante, depende da velocidade também

Aluno 8. A pressão não influencia?

Prof. Influencia também, nós vamos estudar tá. A pressão atmosférica pra você entender de uma forma mais simples é a quantidade de ar que está na sua cabeça, então quanto mais alto você tiver você vai ter menos ar sobre você não é?

Aluno 8. O que?

Prof. Quanto mais alto você tiver, se você tiver em cima de uma montanha, você vai ter menos ar sobre a sua cabeça que que acontece com a pressão atmosférica, aumenta ou diminui? Diminui, então é a quantidade de ar que tá comprimindo a superfície. Então se você tiver em um recipiente que tem água a pressão atmosférica nessa superfície líquida a quantidade de ar sempre acumula líquido né. Então eu penso que o ar tá empurrando naquela área. Gente então nós vamos estudar o movimento quando a gente solta o corpo tá, o movimento quando a gente joga o corpo eu vou jogar ele pra baixo, então quando eu joga ele tem uma velocidade inicial, mais, ele vai cair com qual velocidade? Com qual aceleração? Da gravidade né. E a terceira possibilidade é quando eu joga o corpo pra cima né, ele para e volta

Aluno 9. E se eu jogar ele para baixo?

Prof. Posso jogar também pra baixo. Qual a diferença de você soltar e você jogar?

Alunos. Jogar é mais rápido

Prof. Muda a aceleração?

Alunos. Não! Muda a velocidade

Prof. Queda livre é o que gente? Corpo se movimentando só sob ação da aceleração da gravidade, não tem outra aceleração agindo tá, então quando a gente diz que o corpo está em queda livre qual é a aceleração que vai estar atuando sobre ele?

Aluno 9. Da gravidade

Prof. Da gravidade tá. Ele vai ficar sob ação da aceleração da gravidade só, não tem nenhuma outra força empurrando tá. Bom então nós vamos estudar essas três possibilidades. Gente na verdade nós não estamos estudando movimentos diferentes, nós estamos estudando movimento uniformemente variado agora na vertical com uma aceleração constante. E ainda tem um outro detalhe que é a respeito da aceleração da gravidade. A aceleração da gravidade é variável tá, ela não é constante em todas as posições mas acontece que nós vamos estudar só um determinado trecho que a gente pode considerar como se ela fosse constante né, porque as distâncias que a gente vai estudar são pequenas, mas quando a gente for estudar distâncias maiores atração dos astros aí a gente vai ter que considerar essa variação da aceleração da gravidade.

Aluno 3. Mas a atração vai ser na vertical e não na horizontal?

Prof. A atração é vertical você tem razão.

Aluno 3. Porque você não falou que a gravidade a aceleração é constante



Prof. Sim, olha vamos supor que a gente tem um astro e outro astro aqui, existe uma força de atração né entre eles, essa força de atração vai ser do centro de um para o centro de outro tá. Então esse aqui atrai aquele lá, aquele lá atrai esse aqui. Isso aqui é força de ação e reação, depois também vocês vão estudar. Essa força aqui é igual a essa força aqui em módulo tá, então existe essa força. No caso da força de atração gravitacional que a gente tem, tem a Terra tá, um corpo qualquer aqui. Ele vai ser atraído, vai ser atraído pra onde? No centro da Terra tá, então como a gente tá na superfície da Terra, em qualquer lugar que a gente esteja a gente vai estar sempre na superfície, o corpo vai estar aqui ele vai ser atraído pra onde? Pro centro da Terra então pra nós essa força é vertical. Em qualquer ponto que você esteja na superfície essa força vai ser voltada pro centro só que a gente vai tá aqui ó então vai ser sempre pra baixo tá. Então por enquanto a gente não vai se preocupar com a posição.

Aluno 2. Mas o Sol comparado com a Terra tem uma massa gigantesca, então porque que a Terra em vez de girar não cai?

Prof. Pois é a gente tem que levar em consideração outras forças, ela não está sozinha né, não existe só a Terra. Há outros astros e a Terra já tem uma determinada velocidade então quando ela... nós vamos estudar os movimentos circulares aí você vai ver que mesmo existindo a força de atração ela mantém aquela posição tá, é a força centrífuga, a força de atração gravitacional na verdade vai fazer o papel de força centrífuga. A gente vai estudar ainda tá. Depende do padrão de velocidade. E se ela tivesse parada ela ia ser atraída, mas como ela tá girando tá. De onde né que a origem da Terra, de onde que vem ela tem essa velocidade

Aluno 2. Não sei.

Prof. Não sei né, surgimento aí dos planetas, da Terra de tudo.

**AULA DO DIA 10/05**

- Prof. Exercício quatorze. Um automóvel de massa mil e duzentos quilogramas, está inicialmente em repouso sobre uma estrada plana e horizontal. A partir do instante  $T$  igual a zero, o automóvel começa a acelerar em linha reta, de modo que a resultante  $F$  e de todas as forças que atuam sobre ele tem intensidade variável de acordo com o gráfico.
- Prof. Então olha, vocês tem o gráfico. O gráfico tá mostrando aí, que de zero a quinze segundos, o que, que tá acontecendo com a força.
- Alunos. Tá aumentando.
- Prof. A força tá aumentando. Então o que, que vai acontecer com a aceleração?
- Alunos Vai aumentar.
- Prof. Vai aumentar também. Né? Porque a massa é constante. Né?
- Prof. E de quinze a vinte segundos o que, que acontece?
- Aluno 9. Cai a força.
- Aluno 7. A aceleração....
- Aluno 6. A força diminui...
- Prof. A aceleração diminui. Diminui até quanto?
- Alunos. A zero.
- Prof. Porque a força vai até zero?. Então a aceleração vai ser reduzida até zero também. Então, pede pra gente construir o gráfico da aceleração escalar da função do tempo. Como é que vai ficar?
- Aluno 14. Igual.
- Prof. Igual né? Porque a aceleração cresce e depois a aceleração decresce. O que, que vai mudar?
- Aluno 7. Os valores.
- Aluno 13. Só os valores.
- Prof. A letra A vocês conseguiram fazer, todo mundo?
- Alunos. Sim.
- Aluno 7. Mas aí pra aceleração, eu vou calcular a aceleração só onde tá marcado aqui?
- Prof. Você pega alguns pontos, pega o primeiro, pega o ponto lá até o máximo, faz o primeiro e o máximo.
- Aluno 12. Professora, as propriedades do gráfico vale prá essa matéria também?
- Prof. As propriedades do gráfico de aceleração e de velocidade, todas estão válidas

Aluno 7. E no gráfico de forças, a gente tira a área, vale o que?

Prof. Espaço?

Aluno 7. Não faço a mínima ideia.

Prof. Não, mas você não fez o gráfico de aceleração?

Aluno 7. Fiz

Aluno 9. Vai ser a mesma coisa

Prof. Então no gráfico de aceleração o que, que é a área?

Aluno 9. É o delta S.

Prof. É o delta V.

Aluno 9. Força por tempo é, é também variação da velocidade?

Prof. Não, não é o de aceleração. Por isso que pede pra vocês fazerem o de aceleração antes. É outra coisa, outra grandeza. Essa aqui é forças vezes tempo.

Prof. Então vocês... vocês encontraram o gráfico de aceleração. Agora no gráfico de aceleração a área, que é o delta V. Qual é a velocidade inicial?

Alunos. zero

Prof. Então, o tanto que varia, vai ser o tanto que a velocidade aumenta e vai ser a velocidade constante. Vinte, porque o gráfico vai só até vinte segundos. Quanto que deu a área?

Aluno 12. Trinta

Prof. Então a velocidade vai ser?

Alunos. Trinta

Prof. Trinta metros por segundo.

Prof. Um corpo de massa dez quilogramas inicialmente a velocidade escalar  $V$  zero, de cinco metros por segundo. A velocidade inicial é solicitada por uma força que atua na direção e no sentido do movimento, e varia com o tempo da forma vista no gráfico. Então o gráfico agora, o que acontece com a aceleração? Aceleração aumenta até dois segundos. De dois segundos cai bruscamente até cinquenta newtons a força. E aí a força permanece constante né? No instante quatro cai, né? Então o gráfico varia é isso que acontece com a força.

Determine o módulo de uma força capaz de produzir no móvel a mesma variação de velocidade que atue na direção e no sentido do movimento, durante quatro segundos. Então eu quero substituir essa força aí por uma outra que faça o mesmo papel aí, que faça a velocidade variar da mesma forma.

Aluno 12. Força média

- Prof. Força média. A mesma coisa do exercício anterior, só que muda o gráfico. É a mesma coisa. Faz o gráfico da aceleração, calcula a área que vocês vão achar o delta v né?
- Aluna 12. Aceleração, no próprio gráfico de aceleração aqui, igual esse...
- Prof. A mesma coisa. Faz a mesma coisa que no anterior. Agora tem uma diferença no valor da velocidade né? Vocês vão calcular a área no gráfico de aceleração pra achar o delta V só que tem uma velocidade inicial. Quanto que deu a área?
- Aluno 9. A área deu cinquenta...
- Aluno 15. Vinte...
- Prof. Vinte?
- Aluno 15. É vinte.
- Prof. Então, se a velocidade inicial é cinco metros por segundo. A velocidade final vai ser quanto? Deu vinte a variação? Vinte e cinco
- Aluno 15. A velocidade final vinte e cinco.
- Prof. Se a velocidade inicial é cinco aí vocês calcularam a área deu vinte. Então a velocidade final vai ser? Vinte e cinco. Tá? Essa é a diferença que tem, mas o restante é igual. Determine a velocidade escalar ao fim dos quatro segundos. O restante é igual. Terminou?
- Aluno 7. Então a aceleração é a mesma.
- Aluno 11. Professora, faz a oitava.
- Prof. Oitava? Um corpo de massa dois vezes dez a terceira gramas, mostra uma trajetória com aceleração constante, cujo módulo é quatro metros por segundo ao quadrado. Se tem a massa e tem a aceleração. Você percebeu que a massa tá em gramas?
- Aluno 11. Qual?
- Prof. Transformou? Calcule a intensidade da resultante das forças que atuam no corpo em newtons. Então em newtons em quilograma vezes metros por segundos ao quadrado. Tá. Então se você transforma a massa pra quilograma e multiplica. Você já tem direto a força. A força em newtons. Mais algum?´
- Alunos. Não.
- Prof. Pera aí gente, esse livro aqui que eu acho que são quatro capítulos que vai estudar as leis de newtons. E pra gente terminar esse capítulo, nós vamos encerrar a teoria desse capítulo. E aí a gente tem no final do capítulo uma leitura que eu quero que vocês façam. Leiam toda essa parte . Então agora nós vamos ver o que é peso de

um corpo e a terceira lei de Newton, aí acaba esse primeiro capítulo. Aí a gente já vai começar o próximo só aplicações. A gente vai emendar esse no próximo. Então gente vamos ver o que é peso de um corpo Qual é a diferença então de peso e massa?

Aluno 10. Peso é a força, massa é a quantidade de matéria.

Aluna 9. Peso a gente vai mudar, ela é própria do objeto, depende da gravidade da qual ele tá sujeito.

Aluno 8. A massa aqui é a mesma que lá na lua, só que o peso varia.

Prof. Varia. Então o peso depende da força de atração gravitacional né. Então peso é uma força. A gente entende peso como vamos pensar assim no dia a dia, a gente inverte. A gente troca, a gente fala em peso como se fosse massa mas também a gente não vai ser tão antipático e ficar mudando isso né? No dia a dia é aceitável mas aqui dentro não. Então por exemplo o que é peso na Física, na hora que a gente vai aplicar pra resolver os exercícios.

Alunos. Massa vezes gravidade.

Prof. É, então se eu soltar esse corpo aqui, esse livro o que vai acontecer? Ele cai. Pra ele não cair eu tenho que aplicar uma força de sustentação. Essa força de sustentação que eu tenho que aplicar é a força peso. Então pra sustentar esse livro aqui eu tenho que aplicar uma força no sentido contrário, que sustente! Então quanto que eu tenho que sustentar? Qual é a força que eu tenho que aplicar pra sustentar pra não deixar ele cair?

Aluno 14. A mesma da força, peso.

Prof. Então por exemplo se eu puser em cima desse livro aqui, se eu apertar né? Botar uma força aqui empurrando ele pra baixo o que vai acontecer? Vai aumentar ou diminuir a força que vai exercer?

Alunos: Aumentar.

Prof. Aumentar né? Então quando a gente tá dentro do elevador vocês já perceberam que as vezes a gente parece mais pesado ou mais leve?

Aluno 1. Sim.

Prof. Geralmente quando vocês, dependendo do tipo do elevador, hoje em dia a construção dos elevadores é pra gente sentir o mínimo possível essas mudanças, mas tem elevadores aí que a gente percebe isso nitidamente.

Aluno 1. Na hora que ele tá descendo aí parece que a gente fica mais leve.

- Prof. É quando ele tá descendo. Então é mais ou menos isso aí. Olha a segunda lei de Newton diz o seguinte que a força resultante, massa vezes aceleração. Como o peso é uma força se eu soltar o corpo qual que é a aceleração que ele vai ficar submetido?
- Alunos. A gravidade
- Prof. A aceleração da gravidade. Então a força peso é massa vezes aceleração da gravidade tá? Qual é a direção e o sentido da força peso?
- Aluno 10. O mesmo da gravidade.
- Prof. O mesmo da aceleração da gravidade. Então a força peso em relação a gente vai ser sempre vertical e pra baixo. Sempre em qualquer situação.
- Aluno 10. Sentido também é o mesmo da aceleração?
- Prof. Direção e sentido. Gente então numa situação de um exercício qualquer como que a gente vai representar a força peso?
- Aluno 9. Numa reta vertical pra baixo?
- Prof. Olha vou colocar aqui o objeto. Esse objeto aqui tem uma força puxando ele aqui pra direita tá? Como é que eu vou representar a força peso? A força peso pra vertical pra baixo tá? A Terra tá atraindo esse corpo com que força? O corpo atrai a Terra com uma força de mesma intensidade que será essa força peso no sentido contrário né?
- Prof. Então a força peso, gente mesmo que o corpo esteja inclinado, mesmo que o corpo esteja em uma outra posição a força peso vai ser sempre vertical e pra baixo. Geralmente quando a gente tá estudando algum bloquinho que está escorregando num plano inclinado o que acontece? Muita gente na hora de colocar a força confunde. Então se estiver em plano inclinado e um bloquinho apoiado eu tenho que representar aqui a força peso.
- Aluno 9. Pra baixo
- Prof. Sempre vertical e pra baixo. Não interessa que a superfície de apoio a força vai ser sempre vertical e pra baixo tá. Qual força? Peso tá? Então a força peso sempre assim. Porque a aceleração da gravidade vai puxar nessa direção nesse sentido. Essa é a diferença né? Da massa pro peso. Massa é uma grandeza escalar tá? Tudo bem? Então na hora de representar nas figuras sempre vertical e pra baixo. Mesmo que o plano esteja inclinando. Não tem problema. A gente vai aprender a trabalhar com isso aqui por isso é que a gente tá estudando vetores, que a gente vai ter que fazer decomposição de forças. Então na hora de resolver os problemas sempre

colocar as forças. Em primeiro lugar fazer o desenho e colocar as forças. Quais as forças que estão agindo. Tem que fazer os desenhos. Olha por enquanto a gente tá falando nas três leis separadamente, depois na hora de fazer os exercícios a gente vai ter que usar as três. Então vamos ver o que é a terceira. Olha a terceira lei é a lei da ação e reação. Então o que dizer disso daí. Que toda força de ação corresponde uma força de alguma reação. As forças sempre aparecem na natureza em pares, nunca sozinhas. Então se tem uma ação sempre tem uma reação. As forças não vão aparecer separadamente. Sempre em pares. Sempre a ação e a reação. Agora qual a característica aí dessas forças?

Aluno 9. Elas tem a mesma intensidade.

Prof. Mesma intensidade...

Aluno 9. Mesma direção

Prof. Mesma direção...

Aluno 9. Sentidos opostos.

Prof. Sentidos opostos... e tem mais um detalhe...

Aluno 9. Que são que as forças são da mesma natureza.

Prof. Sim. São da mesma natureza. Que, quer dizer isso? Se elas forem forças de contato vão ser forças de contato as duas. Se forem de ação a distância, as duas são forças de ação a distância mas tem mais um detalhe ainda. Essas duas forças aí ação e a reação agem sempre em corpos diferentes. Isso é um ponto fundamental que tem que lembrar sempre. Não pode colocar ação agindo num corpo e a reação em outro. A força de ação é a minha mão batendo em alguém, a reação é o que?

Alunos. O rosto

Aluno 4. O rosto de alguém batendo em você.

Prof. O rosto de alguém aí se eu bati no rosto né? O rosto batendo na minha mão. Então essa é a reação tá? É a tal história nunca precisa devolver o tapa ao mesmo tempo né? Um bate com a mão o outro com o rosto.

Alunos. Professora, uma força faz empurrar um corpo, aí vem outra força daqui.

Prof. Vamos ver como é que. Vamos colocar aqui numa situação de um exercício que a gente vai usar. Então eu tenho aqui dois bloquinhos tá? Vou colocar um encostado no outro aqui. Então eu empurro esse bloquinho aqui, ele vai empurrar o outro. Então essa aqui é a força que A tá exercendo em B. vou chamar esse aqui de A e esse aqui de B. então se o A empurra o B que vai acontecer?

Alunos. O B vai empurrar o A.

Prof. O B vai empurrar o A de volta. Então a força de reação vai ser a força que B exerceu em A, a direção é a mesma as duas são horizontais. Os sentidos são opostos. A força que A exerce em B então essa aqui tá sendo exercida sobre o B. Vamos separar esses blocos e colocar as forças.

Aluno 4. Vai ser depois que acontecer o impacto né?

Prof. É. Eu só separei aqui pra mostrar a ação das forças. Então aqui tem mais forças envolvidas tá? Eu estou colocando essa força aqui pra gente ver a ação e a reação.

Aluno 4. Nesse corpo pode ter duas forças?

Prof. Pode ter outras forças envolvidas. Pra esse corpo aqui começar a se movimentar ou tentar se movimentar tem que ser empurrado né? Porque?

Aluno 4. Mas no caso por exemplo se fosse duas pessoas se empurrando aí poderia colar?

Prof. Sim. Poderia. Então se eu te empurro automaticamente você tá me empurrando de volta né? Já tem a reação.



## APÊNDICE II

### ENTREVISTA COM A PROFESSORA

1) Faça um breve histórico de sua formação acadêmica, breve relato da sua trajetória profissional.

Fiz o curso de licenciatura em física e bacharelado também em física pela UFG. Desde então venho ministrando aulas, primeiro na Fundação Educacional em Brasília, trabalhei também no Colégio Militar do Exército, por mais ou menos 3 anos e depois vim para Goiânia dar aula na antiga Escola Técnica Federal, depois CEFET, atualmente IFE, onde continuo até hoje.

A minha formação acadêmica foi basicamente na UFG. Logo em seguida fiz uma pós-graduação em ensino profissionalizante aqui mesmo no CEFET e depois fiz um mestrado em uma área diferente da educação, a engenharia. Mas, embora tenha sido na área de engenharia de produção, me foi muito útil, porque trabalha na linha de qualidade e produtividade. Quando se fala em ensino também é importante a produtividade e a qualidade do rendimento do aluno.

2) Faça uma avaliação de sua experiência como professora de Física desde o início da sua carreira.

A minha experiência como professora de Física é basicamente das escolas públicas, embora tenha trabalhado por pouco tempo em escolas particulares. Eu vejo a dificuldade dos alunos em física principalmente devido as disciplinas que são pré-requisitos, entre elas a interpretação de texto e a matemática básica. Quando o aluno tem uma base boa nestas duas disciplinas, o ensino de física se torna bem mais fácil. A gente percebe que para os alunos que tem uma formação razoável nestas duas disciplinas, a física se apresenta muito mais agradável, porque a Física em si é uma disciplina muito agradável, a parte teórica da Física, o ensino dos fenômenos físicos, os alunos têm muita curiosidade e o torna chato no ensino de Física é a dificuldade que os alunos apresentam em Matemática. Principalmente os alunos das Escolas Públicas têm muita dificuldade em Matemática e quando chega na hora de resolver problemas de Física eles encontram muitas dificuldades.

3) Então você acha que a maior dificuldade para ensinar Física vem lá da base, isto é, do ensino fundamental?

Acredito que venha da base dos alunos e também do interesse deles, porque hoje em dia existe tantas possibilidades para o aluno de leitura de aprendizado além do simples ensino acadêmico de Física, ele pode fazer pesquisa em tantas áreas, que a aula daquela forma tradicional se torna desinteressante, mas pra ensinar Física de uma forma mais interessante, precisa desenvolver o interesse deles pelo ensino de Física. A base do aluno é importante, mas não é só ela, o interesse do aluno também é importante e também a maturidade do aluno, a família também é importante nesse processo, porque quando a família apóia o aluno se torna mais fácil o nosso trabalho, quando o aluno fica muito solto fica mais difícil de ser cobrado o aprendizado. Existem tantas oportunidades para o aluno hoje, em tantas áreas diferentes, ele pode fazer pesquisa na internet, televisão, etc., são tantas atividades que dispersa o interesse, então é muito difícil que ele volte sua atenção para uma determinada disciplina.

4) Você acha que nas turmas onde você leciona os alunos vêm motivados para aula? O que você procura fazer para motivá-los?

Existem alunos que naturalmente têm interesse, ele gosta de estudar, ele tem prazer de ler, uns gostam de Física outros gostam de Geografia, de História, etc.

Eu acho que a estrutura de ensino do país de uma forma geral hoje desmotiva um pouco o aluno porque o aluno é obrigado a estudar todas as disciplinas com níveis de detalhes que é exigido nos vestibulares é um desmotivante, porque ele deveria estudar mais num nível conceitual e não é assim que é exigido no vestibular.

5) Você acha que o experimento que nós estamos desenvolvendo tem mudado o seu jeito de dar aula, isto é, tem contribuído em alguma coisa para melhorar o ensino? Você tinha conhecimento do experimento didático de Davydov?

Não. Eu não tinha conhecimento da Teoria de Davydov, até porque essa Teoria é mais nova, mais recente do que quando eu estudei. Coincidentemente, a gente já tinha uma certa afinidade com essa teoria, porque ao ensinar Física eu sempre questiono muito os alunos durante as aulas, sempre faço muitas perguntas. O que foi muito importante nessa experiência é que a gente presta muita atenção nas respostas e avalia o resultado. Muitas vezes eu questionava o aluno mas não dava tempo pro aluno pensar e responder, porque a gente é muito imediatista e as vezes o aluno demora um pouco para responder e a gente responde na frente dele, até pela dinâmica da sala de aula, às vezes os alunos começam a conversar dispersa um pouquinho então às vezes a gente faz a pergunta e a gente mesmo responde, então

após essa experiência, eu tentei, venho tentando, achei a experiência muito positiva, ter mais paciência em esperar a resposta do aluno e aproveitar essa resposta como um gancho para desenvolver a teoria que tem de ser estudada.

6) Nos planejamentos que nós fizemos procuramos sempre desenvolver nos alunos os conceitos, não aquela aula de Física, que muita gente usa, que é de decorar as fórmulas. Aqui no Cefet os professores de Física trabalham mais na linha de formação de conceitos, de acordo com a teoria de Davydov. Você acha que esse experimento didático que realizamos nesse semestre provocou alguma mudança nos alunos, Você acha que nós conseguimos formar alguns conceitos no conteúdo que a gente trabalhou?

Acho que sim. Os alunos dessa turma que nós fizemos o experimento, a gente percebe a curiosidade deles em relação a novos fenômenos físicos, a novas teorias, a vontade deles em aprender coisas novas, eles entendem e conseguem desenvolver o raciocínio lógico e aplicar esse conceito em novas situações e eles perguntam fora do horário a respeito dessas novas situações, eles pesquisam, eles buscam informações. Eles passam a entender o fenômeno, de uma forma mais firme, porque eles estão desenvolvendo o conteúdo, eles estão entendendo o conceito, eles estão construindo esse conceito junto com o professor. Eles conseguem entender o porque da teoria e não só decorar a teoria.

7) Neste experimento didático, nós baseamos muito na teoria do Davydov que diz que nós temos que levar o aluno do abstrato ao concreto, isto é, a gente ensina pra ele o nuclear para que depois ele aplique na prática, em outras situações. Será que nós conseguimos fazer isso?

Eu acho que nós conseguimos, na verdade para o ensino de Física a teoria é fantástica porque ela vem bem de encontro ao que o ensino de Física precisa que é fazer com que o aluno forme conceitos mais sólidos, mais concretos a respeito do que ele lê, do que ele imagina que possa acontecer, então a gente consegue tirar dos alunos esse entendimento, você vê que realmente eles entendem.

8) Uma outra coisa, eu percebo isso nas minhas aulas, você também deve perceber nas suas, o aluno quando vem, principalmente no primeiro ano, eles tem muitos conceitos que

eles aprendem na prática, a gente fala conceito cotidiano, que eles as vezes confundem , por exemplo, eles confundem muito velocidade com aceleração e assim por diante. Você se preocupa em modificar esse conceito corriqueiro, transformá-lo num conceito científico?

Com certeza porque os conceitos já existem, as vezes pelo cotidiano deles e as vezes porque algumas escolas do ensino fundamental tem aulas de Física onde os professores não são professores de Física, as vezes professores de Ciências. A Física ela tem todo um vocabulário específico, tem palavras que cientificamente falando, fisicamente falando, tem um significado e no nosso cotidiano tem outro. Trabalho, por exemplo, é uma grandeza física que a gente tem que definir, então a gente faz todo um alinhamento de vocabulário, da forma de tratar essas palavras, de entendimento dessas palavras. Não é só o aluno que confunde, muitas vezes o professor do ensino fundamental também confunde. No caso da velocidade e aceleração, por exemplo, nós usamos palavras diferentes para que eles possam entender, a gente trabalha com rapidez, o que é rapidez, o que faz a velocidade mudar, a rapidez com que a velocidade muda, a gente usa algumas palavras alternativas e eles descobrem essas palavras também e conseguem perceber a diferença entre os conceitos.

9) Vygotsky fala muito na Zona de Desenvolvimento Proximal, que o aluno com a ajuda de outro consegue aprender um conteúdo que sozinho ele não conseguiria aprender, você quando está ministrando sua aula, seu conteúdo, se preocupa em saber se o aluno está na ZDP, ou se o conteúdo não está muito acima?

Essa zona de desenvolvimento proximal seria uma maturidade, uma coisa mais ou menos nesse sentido, se ele está preparado para receber o assunto? Então, foi feita essa experiência também, foi feito um teste com os alunos pra gente verificar o conhecimento prévio deles e a partir desse conhecimento prévio a gente inserir novos conceitos. Eu nunca tinha me preocupado muito com isso, até pelas características do ensino médio, a gente tem um programa que deve ser cumprido e um tempo para cumprir esse programa e nas escolas estaduais e municipais geralmente os alunos não aprendem nada de Física, não têm nenhum tipo de conhecimento prévio nesse assunto, então qualquer tipo de conhecimento que ele tenha é mais pelo cotidiano mesmo, das curiosidades dele, diferente das escolas particulares onde os alunos estudam ciências, Física e Química.

10) O que você acha dos livros didáticos de Física? Você acha que eles atendem as necessidades dos professores e dos alunos ou os livros didáticos ainda estão fora da realidade, trazendo assuntos que não interessam aos alunos ou as vezes colocando questões muito acima do que o próprio livro traz na teoria?

Na verdade o que foi mudado nos livros didáticos ultimamente não foi muita coisa, foram inseridos exemplos de aplicação dos conteúdos, mas, na prática os livros não mudaram muita coisa. Vendo, por exemplo, o ENEM (exame nacional do ensino médio) visa uma maior integração das disciplinas, as provas são multidisciplinares, o que a gente percebe é que os cursos de licenciatura nas diversas áreas, são separados, individuais, então a gente (professores), aprende de uma determinada forma, ensina de uma determinada forma e quer que o aluno aprenda multidisciplinarmente, isto é, a gente quer que o aluno faça essa ligação toda, ou seja, a gente deixa a parte mais complicada para o aluno. Os livros ficaram mais bonitos, a parte visual, as figuras, as fotografias, estão mais bonitas, mas o conteúdo mesmo não mudou. Alguns exercícios foram melhorados mas a teoria basicamente não mudou. O único livro que eu conheço, que tem um enfoque diferente, mais voltado pra linha do raciocínio lógico, é o livro da Beatriz Alvarenga.

11) Nós, professores do ensino médio, temos uma preocupação muito grande com o vestibular, embora aqui no CEFET nem tanto, você acha que as questões dos principais vestibulares preocupam se o aluno está formando conceitos sobre o assunto ou não? No caso dos vestibulares do Estado de Goiás, você acha que já existe alguma mudança ou as questões envolvem apenas cálculo algébricos?

Eu acho que já tem uma mudança significativa nas questões, pois estão fornecendo dados significativos que antigamente o aluno tinha que decorar, principalmente fórmulas e valores de constantes físicas. Algumas questões têm um texto de onde o aluno pode tirar algumas conclusões e utilizar o raciocínio sem ficar apenas decorando fórmulas. Mas isso não é geral, depende muito da banca elaboradora das provas, não existe um direcionamento das universidades sobre como a prova deve ser elaborada, ficando a critério exclusivo da banca elaboradora.

12) Você acha que nesses quatro meses que nós realizamos o experimento didático podemos falar que nós conseguimos que os alunos formem conceitos de acordo com a teoria de Davydov?

Eu acho que sim, a gente pode falar que foi um experimento positivo, e que se todos os professores de Física da Instituição trabalhassem nessa linha de pensamento, se preocupando com que o aluno pensa e como ele desenvolve esse raciocínio, nós teríamos um aproveitamento muito melhor. Eu acho que o que falta também nas instituições é mais uma discussão entre os professores da disciplina na forma de ensinar, porque quando existe o trabalho conjunto, não que a gente vá uniformizar o ensino, mas a forma de cobrar dos alunos também deve ter uma uniformização, não que eles vão sair com a mesma cabeça, mas o que eles são capazes de entender e de raciocinar, pois para a Física é importante o raciocínio lógico, mesmo que ele nunca tenha estudado aquele assunto, ele seja capaz de pegar um livro, ler, entender o que ele está lendo e resolver os exercícios. O nosso aluno aqui do CEFET, depois que ele passa por este tipo de estudo, ele consegue ficar independente e é isso que nós pretendemos, não queremos que o aluno dependa do professor pro resto da vida. O que nós professores queremos é que o aluno aprenda a estudar, aprenda a se virar sozinho, ficar independente no assunto ministrado e a partir desse momento que ele aprendeu a raciocinar, ele consegue buscar o conhecimento, enfim, ele está pronto para resolver qualquer problema relacionado ao conteúdo.

### APÊNDICE III

#### TABULAÇÃO DE RESPOSTAS AO QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS (1/3/2010) – TOTAL DE 27 ALUNOS

01 – Em que cidade e estado você nasceu?

- 88,8% Goiânia
- 3,7% Fortaleza
- 3,7% Porto Alegre
- 3,7% Rio Verde Go

02 – Qual a sua idade?

- 33,3% 14 anos
- 59,3% 15 anos
- 3,7% 16 anos
- 3,7% Não respondeu

03 – Em qual escola você fez o ensino fundamental (1ª. à 8ª. séries)? Em que cidade? Quantos anos tinha quando concluiu?

- 26% Escola Pública
- 55,6% Escola Particular
- 18,4% Escola Religiosa
- 3,7% Fortaleza
- 3,7% São Paulo
- 92,6% Goiânia
- 7,4% 13 anos
- 81,5% 14 anos
- 11,1% 15 anos

04 – Em que turno fez o seu curso? (manhã, tarde ou noite).

- 14,8% Tarde
- 85,2% Manhã

05 – Você frequentou um cursinho preparatório para o IFG? Qual?

- 40,7% Sim
- 59,3% Não
- 3,7% Interage (São Paulo)
- 37,0% CCM – Colégio Claretiano (Goiânia)

06 – Quantas vezes você prestou o exame de seleção no IFG?

- 3,7% Duas vezes

- 96,3% Uma vez

07 – Você já havia iniciado o ensino médio em outra escola? Qual? Porque mudou?

- 29,6% Sim
- 70,4% Não

08 – Em que atividade você trabalha? Quantas horas por dia?

- 3,7% Trabalha 4 vezes por semana 5 horas por dia
- 96,3% Não trabalha

09 – Quantas pessoas compõem sua família? (Se possível, descreva quem mora na casa, por exemplo, pai, mães, irmãos ou mãe, pai, avó)

- 3,7% Duas pessoas
- 11,1% Três pessoas
- 51,9% Quatro pessoas
- 29,6% Cinco pessoas
- 3,7% Seis pessoas

10 – Qual é, mais ou menos, a renda mensal de sua família (todos que trazem dinheiro para a sua casa)?

- 18,5% Não sabem
- 14,9% Em torno de R\$ 1.000,00
- 18,5% Em torno de R\$ 2.000,00
- 18,5% Em torno de R\$ 3.000,00
- 11,1% Em torno de R\$ 4.000,00
- 11,1% Em torno de R\$ 5.000,00
- 3,7% Em torno de R\$ 6.000,00
- 3,7% Em torno de R\$ 7.000,00

11 – Qual é o grau de escolaridade e a profissão do seu pai? E de sua mãe?

- Pai: 48,1% (Ensino Médio) 33,3% (Ensino Fundamental) 18,5% (Superior)
- Mãe: 59,3% (Ensino Médio) 11,1% (Ensino Fundamental) 29,6% (Superior)

12 – Qual o motivo que o levou a escolher um curso no IFG?

- 59,3% Curso Técnico, profissionalização
- 29,6% Qualidade do Ensino, recomendação de quem já estudou no IFG.
- 11,1% Escola Pública de ótima qualidade

13 – Qual o tipo de sua moradia? (casa, apartamento, barracão). Em que setor?

- 85,2% Casa
- 14,8% Apartamento



14 – Assinale abaixo os bens que existem em sua casa:

- ( ) Televisão ( ) Máquina de lavar roupa  
 ( ) Aparelhos de som (dvd e outros) ( ) Geladeira  
 ( ) Aspirador de pó ( ) Freezer  
 ( ) carro novo ( ) carro usado

- 100% Televisão, Aparelho de som, Geladeira.
- 85,2% Máquina de lavar,
- 70,4% Carro usado
- 59,3% Freezer
- 25,9% Aspirador de pó
- 14,8% Carro novo

15 – O que gosta de fazer no tempo livre? Televisão, esporte, sair com amigos, leitura, viagens..

- 55,6% (TV);
- 51,9% (Sair com amigos)
- 40,7% (Leitura)
- 37% (Esportes)
- 29,6% (Computador)

16 – Qual o meio de comunicação que você mais utiliza para se manter informado? (TV, radio, Internet, outro)

- 77,8% TV e Internet
- 7,4% Jornal
- 3,7% Revistas, rádio, livros

17 – Qual o meio de transporte utilizado para ir à escola?

- 81,5% Transporte coletivo
- 18,5% Carro

18 – Como você tomou conhecimento do Processo Seletivo do IFG?

- 85,2% Através de amigos, parentes, colegas
- 14,8% Mídia

19 – Foi você que escolheu o IFG para estudar ou foram seus pais?

- 74,1 O aluno
- 25,9 Os pais

20 – Você está gostando de estudar no IFG?

- 92,6% Sim
- 7,4% Não

21 – E de estudar Física, você está gostando? Porque?

- 81,5% Sim
- 7,4% Não
- 11,1% Mais ou menos

22 – Você acha que as aulas de Física estão contribuindo para melhorar seu raciocínio ?

- 88,9% Sim
- 11,1% Não