

CENTRO UNIVERSITÁRIO NOVE DE JULHO – UNINOVE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO - PPGE

ENSINO DA FÍSICA E SENSO COMUM
AS IDÉIAS PRÉVIAS DOS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO E
A APRENDIZAGEM DE FÍSICA

JONAS PEREIRA DE SOUZA JÚNIOR

SÃO PAULO
2006

JONAS PEREIRA DE SOUZA JÚNIOR

**ENSINO DA FÍSICA E SENSO COMUM
AS IDÉIAS PRÉVIAS DOS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO E
A APRENDIZAGEM DE FÍSICA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Educação – PPGE do Centro Universitário Nove de Julho – Uninove, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação.

Prof. Dr. José Luís Vieira de Almeida.-Orientador.

SÃO PAULO

2006

FICHA CATALOGRÁFICA

Souza Junior, Jonas Pereira.

Ensino da Física e senso comu: as idéias prévias dos alunos do ensino médio e a aprendizagem de física / Jonas Pereira Souza Junior. 2006
125 f.

Dissertação (Mestrado) – Centro Universitário Nove de Julho, 2006.
Orientador: Prof. Dr. José Luís Vieira de Almeida

1. Aprendizagem. 2. Conhecimento científico. 3. Concepções espontâneas. 4. Ensino de física

CDU : 37

**ENSINO DA FÍSICA E SENSO COMUM
AS IDÉIAS PRÉVIAS DOS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO E
A APRENDIZAGEM DE FÍSICA**

Por

JONAS PEREIRA SOUZA JÚNIOR

Dissertação apresentada ao Centro Universitário
Nove de Julho – Uninove, Programa de Pós-
Graduação em Educação – PPGE, para obtenção do
grau de Mestre em Educação, pela Banca
Examinadora, formada por:

Presidente: Prof. José Luís Vieira de Almeida, Dr. – Uninove

Membro: Prof. Edson do Carmo Inforsato, Dr, Uninove

Membro: Prof. José Eustáquio Romão, Dr,

São Paulo, 23 de fevereiro de 2006

*Dedicamos este trabalho a todos àqueles que acreditam
que a ousadia e o erro são caminhos para as grandes realizações.*

*Nosso papel não é falar ao povo sobre a nossa
visão do mundo, ou tentar impô-la a ele, mas
dialogar com ele sobre a sua e a nossa. Temos
de estar convencidos de que a sua visão do
mundo, que se manifesta nas várias formas de
sua ação, reflete a sua situação no mundo, em
que se constitui.*

Paulo Freire (2003:87)

*Meire, Thania, Prof. Mendes.
Mostraram o caminho para
tornar o sonho realidade.
Meu carinho especial.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos, que de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho e:

Ao orientador Prof^o Doutor José Luís Vieira de Almeida.

Ao meu amigo Prof^o Doutor Elias Silva.

Ao Professor Doutor José Eustáquio Romão.

À Escola Técnica Estadual Presidente Vargas.

Aos alunos da Escola Técnica Estadual Presidente Vargas.

À minha família.

RESUMO

Neste trabalho o autor investiga a presença das concepções espontâneas dos alunos sobre os fenômenos físicos na prática educativa dos professores de Física do ensino médio. Aborda as mudanças de estratégias de ensino do professor diante da inserção das concepções espontâneas nas aulas de Física, apontando aspectos como interesse, motivação, dinâmica da aula e o aluno como sujeito do seu próprio conhecimento. A parte empírica da pesquisa foi desenvolvida com três professores de Física e oitenta alunos da primeira série do ensino médio em uma escola técnica estadual do Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza” no município de Mogi das Cruzes, na grande São Paulo. Na metodologia para a coleta das informações, utilizou-se da Observação Participante e de questionários. A pesquisa apresenta alternativas de como desenvolver a relação entre os conhecimentos prévios que os alunos trazem para a sala de aula e o conhecimento científico. Mostra também que a utilização desses conhecimentos como subsídio ao ensino muda a qualidade do rendimento e da aprendizagem dos alunos.

Palavras chave: Aprendizagem. Conhecimento científico. Concepções espontâneas. Ensino de física

ABSTRACT

In this research the author investigates the presence of the students' spontaneous conceptions on the physical phenomena in the educational practice of the teachers of Physics at the medium teaching. It approaches the changes of strategies of the teacher's teaching due to insert the spontaneous conceptions in Physics classes, pointing aspects as interest, motivation, dynamics of the class and the student as subject of your own knowledge. The empiric part of the research was developed with three Physics' teachers and eighty students of the first series of the medium teaching in a public technical school of the of "Paula Souza" Technological Education State Center in the municipal district of Mogi das Cruzes, in the great São Paulo. In the methodology for the collection information, it was used the Participant Observation technique and questionnaires. The research presents alternatives how to do the relationship among the previous knowledge that the students bring in the classroom, and the scientific knowledge. It also shows that the use for those knowledge as subsidies the teaching changes, the learning quality and the students' revenue.

Key-words: Learning. Scientific knowledge. Spontaneous conceptions. Physics teaching.

SUMÁRIO

Apresentação.....	10
Introdução.....	17
Capítulo I. PROBLEMAS E PERSPECTIVAS DO ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO: EM NÍVEL DE REGIÃO E NA ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL PRESIDENTE VARGAS.....	27
1 – Situação do Ensino de Física.....	27
2 - Ensino de Física na Escola Técnica Estadual Presidente Vargas.....	33
Capítulo II. A PEDAGOGIA FREIRIANA E A RELEVÂNCIA DAS CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS.....	37
1 – As Idéias Freirianas.....	37
2 – Pesquisas sobre Concepções Espontâneas.....	44
Capítulo III. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DESTA PESQUISA.....	55
1 – A Escola.....	55
2 – Construindo a Metodologia desta Pesquisa.....	59
3 – Na Gênese: Um Projeto.....	66
4 - Descrição da Metodologia da Pesquisa.....	69
Capítulo IV. ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA DOS RESULTADOS.....	76
1 – Os Professores de Física da Escola.....	76
2 – Levantamento das Concepções Prévias dos Alunos – Pré – Teste.....	78
3 - A Atividade Experimental – Situação-Problema.....	86
4 – O Pós-Teste.....	90
A Conclusão.....	96
Bibliografia.....	99
Anexos.....	106

APRESENTAÇÃO

Cursei o ensino fundamental mais por uma imposição de meus pais, que não estudaram, embora fossem alfabetizados, do que por vontade própria; não tinha interesse algum nos estudos, talvez, pela falta de maturidade, pois era um garoto de uns quatorze anos e não trabalhava. A partir do ensino médio, estudando à noite e trabalhando durante o dia, interessei-me pelos estudos, passei a valorizar todo o esforço que fazia e me dedicava muito, estudando nas horas vagas e nos fins de semana. Fui muito influenciado por professores amigos dos meus pais na valorização dos estudos.

No ensino médio, identificava-me com as aulas de Física, Matemática e Química. Estas eram as disciplinas que mais estudava. Por isto, participava ativamente nas exposições de ciências e adorava resolver equações, decorar fórmulas e contar para os colegas o que tinha decorado. Isto era como recitar poesias.

Em 1.976, prestei o meu primeiro vestibular em Engenharia Operacional Mecânica, nas Universidades de Mogi das Cruzes, cidade vizinha de Salesópolis, onde sempre residi. Fui reprovado nas duas Universidades.

Trabalhando e com condições de pagar os meus estudos, matriculei-me num cursinho pré-vestibular no período noturno e, no ano seguinte, fui aprovado no curso de Engenharia Operacional Mecânica, na Universidade Braz Cubas de Mogi das Cruzes, concluindo-o em 1.982.

Já casado e por influência da minha esposa que é professora, passei a lecionar matemática, aos sábados, para alunos do ensino fundamental nas escolas públicas do município de Salesópolis e, posteriormente, face à conclusão do curso de Engenharia, fui admitido como professor do ensino médio nas disciplinas de matemática, física, química e desenho geométrico nas escolas da rede estadual de ensino.

Uma vez professor, ministrando aulas em disciplinas consideradas “difíceis”, matriculei-me no curso de Licenciatura em Física da Universidade de Mogi das Cruzes, pois

havia uma carência de docentes desta matéria. A partir daí, tornei-me um educador, trabalhando na rede estadual de ensino da região, no período de 1980 a 1989. Em 1.988, iniciei meu trabalho em escolas particulares na cidade de Mogi das Cruzes.

Foi no Colégio Santa Mônica naquela cidade, que tive a oportunidade de desenvolver trabalhos no laboratório de Física, colocando em prática idéias como a confecção de textos específicos para aulas experimentais, pois nesse colégio havia alunos interessados e com boa formação básica, o que proporcionava debates enriquecedores durante as aulas.

Mais tarde, trabalhei no Colégio São Marcos em também em Mogi das Cruzes, onde ministrei aulas experimentais de Física para alunos do ensino fundamental (5º série). A escola possuía um ótimo laboratório, materiais didáticos, mas, infelizmente, meu trabalho não transcorreu como eu esperava. Cheguei à conclusão que não estava preparado para atuar com este tipo de clientela, mas, por meio desta experiência pude aprimorar não só os meus conhecimentos, como também as minhas aulas.

Em março de 1.990, prestei um concurso para professor de Física na Escola Técnica Estadual Presidente Vargas, da Fundação Paula Souza, vinculada à Unesp. Fui aprovado e nesta escola, que fica na cidade de Mogi das Cruzes, permaneço até hoje. Ela é uma instituição autárquica, pública, de ensino técnico, na qual são oferecidos cursos como Mecânica, Eletrotécnica, Edificações. Neles, a Física é considerada uma disciplina técnica o que requer uma proposta de ensino, diferente daquela que é adotada no ensino médio convencional.

Entre 1.990 e 1.996, fui o responsável pelo laboratório de Física dessa escola, com atribuições que iam desde a manutenção dos materiais até a confecção dos “Roteiros dos Experimentos” que eram realizados naquele laboratório. Em conjunto com outros colegas, também professores de Física, elaboramos um Projeto Experimental para o ensino desta disciplina, e que consiste em oferecer uma aula de laboratório para os primeiros anos de todos os cursos. Estas aulas deram-me a oportunidade de conhecer melhor os alunos, verificar suas dificuldades e interesses e identificar suas habilidades. Esta postura em relação aos alunos repercutiu nas minhas aulas teóricas.

Na minha prática docente até aquela altura, as aulas eram expositivas, com demonstrações de fórmulas a serem memorizadas e resolução de exercícios, procurando atender os interesses dos alunos que eram voltados para a aprovação nos vestibulares e, naturalmente, fornecendo suporte às disciplinas profissionalizantes dos diversos cursos. Tais procedimentos não me agradavam e, em várias oportunidades, conversando com os alunos, verifiquei que essas aulas também não eram bem recebidas por eles, devido à ênfase na

matemática. Ao contrário das aulas expositivas, as de laboratório permitiam a discussão dos resultados dos ensaios realizados, estimulando assim, a participação dos estudantes.

Foi nessa época (meados da década de 1990) que comecei a refletir sobre o que estava errado com o ensino de Física, que, do meu ponto de vista tem elementos para ser motivador, dinâmico e atraente. Mas, os alunos, em geral, não têm esta visão, consideram a disciplina “chata”, com muitos cálculos, desvinculada da vida cotidiana e sem preocupação com a prática. Preocupado com esta situação, observei a atitude dos alunos nas aulas de laboratório. Nelas, aconteciam discussões que buscavam explicar os fenômenos cotidianos. Elas permitiam que os alunos compreendessem os assuntos tratados por meio do desenvolvimento de relações entre os tópicos da teoria e a prática. Assim, perguntava-me porque não aproveitar os conhecimentos que os alunos trazem para a sala de aula. Por que não partir do concreto, das experiências de vida dos alunos? Agindo assim, não tornaria minhas aulas mais interessantes para eles? O que me levou a tal reflexão, foi a análise da minha prática pedagógica que, segundo a minha avaliação, não apresentava bons resultados: as notas baixas aumentavam, o desinteresse dos alunos era evidente, tornando as aulas “sem vida”. Eu tinha que fazer alguma coisa! Desta forma, nas aulas que ministrava na Escola Técnica Estadual Presidente Vargas, fui aos poucos alterando a metodologia de ensino: Propunha aos alunos a leitura e a interpretação de textos científicos, a realização de aulas no laboratório, a exibição de filmes, incentivando assim, o debate. Houve mudança significativa no desempenho dos alunos, despertando neles o interesse pela Física. Contudo, penso que ainda não atingi, plenamente, meus objetivos, pois a mudança de metodologia mostrou-me que há caminhos para a obtenção de resultados cada vez melhores tanto na organização da prática pedagógica quanto no desempenho dos alunos.

Desde o primeiro momento em que comecei a lecionar Física, minha preocupação era exclusivamente o ensino e, sobretudo, a aprendizagem do aluno. Deste modo, preocupa-me como ele recebe as minhas aulas, o que consegue assimilar e como faz isso. Por isso, sempre que surgia (e surge) a oportunidade de freqüentar cursos na área, ou qualquer outra atividade correlata, procurava (e procuro) participar. No período de 1986 a 1988, quando trabalhava na rede estadual de ensino, motivado por essa preocupação, freqüentei cursos de Atualização e Aperfeiçoamento de Professores de Ciências e Física, no Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Esses cursos, quando foram oferecidos, tiveram a recomendação da CAPES. Tratava-se de um projeto elaborado por professores da rede estadual de ensino, denominado Grupo de Re-elaboração do Ensino de Física, em parceria com docentes do Instituto de Física da Universidade de São Paulo. Neste projeto o Grupo apresentou uma metodologia de ensino

desta matéria que era baseada nas situações do cotidiano. Cumpre-me esclarecer que, de acordo com testemunhos de professores à época e conforme minha observação pessoal, esse projeto não logrou êxito quando aplicado na rede estadual de ensino. Contudo, para mim, esta foi uma experiência marcante, pois envolvia todos os conteúdos ministrados nas aulas, como por exemplo, eletricidade, mecânica, termologia e óptica, fornecendo materiais, idéias de como trabalhar na sala de aula, o que enfatizar e como fazer, contribuindo assim, para sanar os problemas que detectava nas minhas aulas. Nesses cursos, o contato com outros professores da rede estadual de ensino reforçou a minha convicção de que a raiz do problema no ensino de física, está na metodologia utilizada, que não envolve o aluno e desta forma ele não se interessa pelos assuntos abordados. A questão discutida entre os professores nesses cursos era: “como trazer o aluno para a aula de Física”?

O Centro Paula Souza, onde trabalho, também ofereceu cursos, que tive a oportunidade de fazer. Entre eles destaco: “Oficinas de Física – Líquidos e Fenômenos Térmicos”; “Física Moderna na Escola Média”; “O Nascimento da Mecânica”; “O uso da História da Ciência no ensino de Física” e “Física Lúdica com experimentos de baixo custo”. Esses cursos foram ministrados por professores do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, que objetivavam mudanças metodológicas nas aulas de Física das escolas vinculadas ao Centro Paula Souza.

A partir dos cursos realizados, mudei a minha postura no ensino de Física, pois eles contribuíram, sensivelmente, para uma reflexão sobre o trabalho que realizo. Minha participação em tais eventos estimulou-me à busca de respostas para os problemas nas aulas de Física.

Lecionando em escolas particulares da região de Mogi das Cruzes, projetei-me no mercado de trabalho do ensino privado e, em 1989 ingressei como professor universitário, embora contando apenas com a graduação, na Universidade de Mogi das Cruzes, ministrando aulas de Física I em vários cursos, como nas Engenharias Mecânica, Química e Elétrica e no curso de Arquitetura.

Para minha surpresa, os problemas no ensino superior eram semelhantes aos do ensino médio, e, às vezes, até mais graves. Verifiquei, nessa época, que os estudantes, ao ingressarem nos cursos superiores, apresentavam dificuldades de aprendizagem nas aulas de Física, devido à ausência de pré-requisitos. Detectava-as, principalmente, nas aulas de revisão. Utilizando-me da mesma metodologia do ensino médio, (aulas expositivas), percebi que elas eram bem recebidas e assimiladas pelos universitários, o que me motivou a continuar usando essa metodologia, mas, ao mesmo tempo, fiquei confuso, pois as aulas não agradavam no ensino

médio, porém, na Universidade, a recepção era diferente. Trabalhei assim até 1.991 e, graças à experiência no ensino médio, fui bem sucedido como professor universitário.

Os alunos da Universidade optam por fazer determinados cursos já sabendo quais disciplinas “enfrentarão”, enquanto, no ensino médio, os interesses são diversos. Assim, no nível médio, há alunos que gostam de física e outros que não. Certamente esta é uma das razões pela qual a metodologia expositiva utilizada nas aulas foi mais receptiva na Universidade. Mas, a experiência marcante e diferente que desenvolvi foi na Universidade Braz Cubas, quando fui admitido em 1989, como Auxiliar de Laboratório de Física, tornando-me Professor Assistente, no prazo de seis meses. Os alunos da Universidade Braz Cubas não eram muito diferentes dos que freqüentavam a Universidade de Mogi das Cruzes, onde já trabalhava. Os alunos dos cursos noturnos daquela Universidade eram mais idosos e apresentavam problemas em relação aos pré-requisitos e à aprendizagem. Tais problemas eram mais acentuados se comparados com os expressos pelos alunos da Universidade de Mogi das Cruzes. O grande diferencial, naquela Universidade, foi a minha atuação como professor de Física no Laboratório. Aproveitei os trabalhos que já fazia no ensino médio e adaptei os roteiros dos experimentos aos objetivos dos cursos de Engenharia e de Licenciatura em Matemática e Biologia, dando seqüência às observações quanto ao desempenho e assimilação das aulas pelos alunos. Como ocorrera no ensino médio, desenvolvi, também com os alunos universitários, vários debates, principalmente com os do curso de Licenciatura em Matemática, futuros professores. Foram aulas muito prazerosas e produtivas, sobretudo, porque havia um laboratório bem equipado e organizado.

Na Universidade Braz Cubas, trabalhando a teoria e a prática, as minhas aulas ganharam outra fisionomia, outra dimensão. Mas, não trabalhei leitura e interpretação de textos científicos, de artigos e vídeos, pois o sistema não permitia; todo o trabalho docente era vinculado ao departamento de Física, que acompanhava e supervisionava tudo, numa espécie de “autonomia controlada”.

Lecionar no ensino superior é a minha meta e ensinar Física é a minha prioridade. Desde 1999, leciono matemática nos cursos de Administração em Comércio Exterior, Turismo e Sistemas de Informação da Faculdade do Guarujá, litoral paulista.

O que lamento, no que se refere às aulas de Física no ensino médio e no ensino superior, é a falta de autonomia do professor no desenvolvimento dos conteúdos programáticos. Aí utilizam-se sistemas de ensino com aulas programadas, uso de apostilas e não de livros, travando o trabalho do professor, não permitindo o desenvolvimento, no aluno, do espírito investigativo, deixando de lado as suas idéias, não aproveitando os seus

conhecimentos cotidianos na sala de aula.

A minha prática docente tem demonstrado que o quadro atual do ensino de Física no nível médio está caótico, por isto, não desperta nos alunos o interesse em seguir carreira nessa área, porque, as aulas são sem vida, desvinculadas da realidade do aluno, tratando de problemas imaginários, muito distantes do alcance dos estudantes, desenvolvendo situações e problemas que eles não vivenciam.

Talvez, não obstante ter usado métodos e técnicas que hoje critico, ter, posteriormente, assumido uma postura mais crítica, fui, por dois anos consecutivos, eleito por meus pares, Chefe do Departamento de Física e Química do Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia da Universidade Braz Cubas. A partir dessa posição, aproveitei para realizar encontros com outros professores de Física, para discutir o desempenho dos alunos nas aulas dessa matéria, verificar o que necessitávamos para melhorarmos nossas práticas docentes. Aproveitei, também, o momento com professores mais experientes, para identificar os problemas no ensino de Física. Infelizmente, não encontrei respostas para as minhas indagações, pois os professores debitavam na conta dos alunos, à sua falta de pré-requisitos, ao seu desinteresse, à sua falta de motivação, o mau desempenho; não querendo fazer uma autocrítica de suas próprias aulas, expressando o medo de perdê-las, talvez, porque, nesse momento, eu ocupasse uma função de “chefe”.

Mesmo assim, percebia a preocupação de alguns professores com relação à investigação das raízes do problema; mas havia muitos obstáculos, muita resistência em mudar. Era mais cômodo seguir com as costumeiras aulas e os alunos que se adaptassem. A Física era vista como uma disciplina que visava dar uma sustentação básica para as disciplinas mais técnicas dos cursos.

Mesmo na licenciatura em Matemática, que habilitava pessoal docente para o ministério de aulas de Física no ensino médio, encontrei muita resistência para mudanças. Foram muitas discussões com o coordenador de curso; posteriormente, com alunos que já lecionavam.

Apesar de todas as dificuldades e resistências mencionadas, considero que as experiências foram produtivas; dei um “pontapé inicial”, alertei para o problema e tenho plena convicção de que algo precisa ser feito e de que estou no caminho certo. Há a necessidade de se implantar uma metodologia renovadora para o ensino e aprendizagem da Física e tenho a impressão de que se deva iniciar pelo ensino médio.

Por todas essas razões e percebendo que os problemas não podem ser superados se deles não tivermos um conhecimento cientificamente consolidado, que não se reduza a

impressões, ou ao conhecimento de experiência, organizado e estruturado, somente, pelas regras do senso comum, decidi-me por ingressar em um programa de Mestrado e, com os instrumentos do conhecimento metódico e sistemático, buscar as razões que expliquem o desinteresse dos alunos pelo ensino de Física no ensino médio. E... quem sabe, encontrar princípios, estratégias, táticas, enfim, fundamentos e procedimentos que inovem o ensino dessa disciplina, de modo a que os alunos tenham por ela interesse, já que ela é um conhecimento fundamental para a realização humana, especialmente nas suas relações com a natureza.

Em 1.991 e 1.992, fiz um curso de Pós-Graduação, ao nível de Especialização em Matemática, na Universidade de Mogi das Cruzes, intitulado “Modelagem Matemática em Ensino e Aprendizagem”. Era uma proposta metodológica inovadora para o ensino de Matemática. Este curso foi convergente com as reflexões e as preocupações que eu tinha naquele momento, ajudando-me a tomar a decisão definitiva de optar por um programa de mestrado em educação, pois somente aí eu encontraria respostas para minhas indagações, dúvidas e, até mesmo, perplexidades metodológicas em relação ao ensino da Física no nível médio de escolarização.

O cenário de minha pesquisa é a aprendizagem de Física. Penso, hipoteticamente, que os alunos trazem uma série de conhecimentos, apreendidos de suas próprias vivências e de sua observação cotidiana, a respeito de fenômenos físicos. A necessidade de partir do conhecimento que se tem para o desconhecido, conforme assinala a literatura específica, é um procedimento adequado, como demonstrarei nesta pesquisa. Por isto, mesmo que equivocados ou resultantes de generalizações e abstrações precipitadas, os conhecimentos que crianças e adolescentes trazem para a sala de aula possa se constituir em um ponto de partida para o interesse e a aprendizagem nas aulas de Física. Defronto-me, portanto, com uma questão sobre como “aproveitar”, de alguma forma, aquilo que o aluno já conhece e, a partir daí, fundir os conceitos denominados “intuitivos” com os científicos.

INTRODUÇÃO

Observa-se que há muito tempo o ensino da Física no Ensino Médio vem enfrentando uma série de dificuldades. A prática docente, o dia a dia da sala de aula, tem fornecido indicadores dessas dificuldades quer no ensino como também na aprendizagem dos alunos. De um lado os alunos reclamam que a matéria é “chata”, “muito difícil”, desvinculada da realidade, sem aplicações, com muitas fórmulas e cálculos matemáticos. Do outro lado constatou-se que os professores do ensino médio, na maioria das vezes, tentam explicar a matéria, resolver muitos exercícios, mas a maioria dos alunos não consegue assimilar o necessário. É dialogando com os alunos que se compreendem as suas dificuldades. Elas se iniciam nas perguntas que fazem, pois, às vezes não sabem o quê e nem como perguntar. Como consequência disto, observa-se certo desinteresse nos alunos, cabendo indagar: Por que o aluno se desinteressa? De qual “toque de mestre” os alunos estão precisando? “Como ensinar uma ciência que consideramos importante para a formação da cidadania, quando os jovens, futuros cidadãos, não a apreciam e nem a consideram relevante”? (D’Ávila, apud Terrazan:1997:30)

No ensino médio, a Física ensinada de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (1999:228), “deve contribuir para a formação de uma cultura científica efetiva que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais”. As formas de abordagem dos conteúdos considerados relevantes deveriam considerar o cotidiano vivido pelos alunos, pois, quando eles vêm à escola já trazem uma série de conhecimentos adquiridos de sua própria existência Estes conhecimentos não são aproveitados nas aulas de Física. Percebe-se que o ensino praticado nas escolas de ensino médio, particularmente nas aulas de Física, não respeita a forma de o aluno pensar. É um ensino descontextualizado, fragmentado, que contribui para o desinteresse dos estudantes.

Assim o ensino de Física defronta-se com a questão de incorporar aquilo que o aluno já conhece sobre os fenômenos físicos, ou seja, um conjunto de conhecimentos decorrentes de suas próprias observações dos fatos cotidianos.

Sabe-se que a Física do Senso Comum¹ originária dos conceitos espontâneos, intuitivos, que as pessoas têm a respeito das situações do cotidiano, também foi construído para se entender o mundo. Portanto, pensar em uma prática docente que valorize esses conhecimentos e as idéias prévias dos alunos como subsídio para o ensino de Física, apresenta-se como um caminho viável e pouco explorado: este é o objeto desta pesquisa. A relevância desta pesquisa reside na constatação de que há poucas propostas de ensino da Física que utilizam o conhecimento cotidiano dos alunos, valorizando as suas idéias prévias, constituindo-se deste modo, em mais um esforço no sentido de fazer cumprir o que estabelecem os Parâmetros Curriculares Nacionais (op. cit.). Um estudo sistemático nessa área pode contribuir para que educadores do ensino de Física no ensino médio façam, uma reflexão sobre a própria prática educativa.

Parte-se do princípio de que os alunos ao chegarem à escola trazem toda uma “bagagem” cultural. São noções a cerca dos fenômenos físicos que eles apreenderam espontaneamente, construídas a partir de seu cotidiano. São elas que lhes permitem viver o dia-a-dia, deslocarem-se, mover objetos, utilizar artefatos simples como alavancas, manivelas, torneiras, janelas, gavetas, cestos de papéis, ou praticar desportos como futebol, tênis, tiro com arco. Essas noções formam o que é chamada de a Física do Senso Comum.

Observou-se na Escola Técnica Estadual Presidente Vargas, local desta pesquisa com alunos do ensino médio, no ano de 2.003, que por intermédio das aulas o conhecimento científico é “derramado” sobre o conhecimento cotidiano e, espera-se que o aluno mude os seus conceitos sobre os fenômenos, aceitando o novo conhecimento. Mas os alunos apresentam “resistências” a essas mudanças que são, tanto de ordem cognitiva, como as suas crenças, situadas num contexto da sua vida, duvidam do novo. Não é fácil aceitá-lo e foi constatado que os professores de Física dessa escola não utilizam os conhecimentos que os alunos trazem, nas suas aulas. Eles são denominados de concepções espontâneas, intuitivas, alternativas ou ingênuas.

Como consequência desse procedimento observou-se um aluno desinteressado, desmotivado, que ficava sem respostas sobre o que já sabia a respeito de certos fenômenos, se estava certo. Não lhe deram a oportunidade para pensar sobre... Discutir sobre... e, ele

¹ São conceitos extraídos de seu cotidiano que utilizam como explicações para os fenômenos que observam.

“aceita” o “novo conhecimento”, decora para resolver o problema da escola e ser promovido na série.

Assim como os conhecimentos cotidianos foram construídos a partir de experiências e situações vivenciadas pelo aluno, entende-se que o conhecimento científico a ser assimilado pelo estudante deva passar por um processo semelhante. Alguns dos conhecimentos teóricos que fundamentam as propostas construtivistas no ensino de Ciências são as citadas por Carvalho:

Reconhecer a existência de concepções espontâneas (e sua origem) difíceis de ser substituídas por conhecimentos científicos, se não mediante uma mudança conceitual e metodológica; saber que os alunos aprendem significativamente construindo conhecimentos, o que exige aproximar a aprendizagem das Ciências às características do trabalho científico; saber que os conhecimentos são respostas a questões, o que implica propor a aprendizagem a partir de situações problemáticas de interesse para os alunos; conhecer o caráter social da construção de conhecimentos científicos e saber organizar a aprendizagem de forma conseqüente; conhecer a importância que possuem, na aprendizagem das Ciências, isto é, na construção dos conhecimentos científicos, o ambiente da sala de aula e o das escolas, as expectativas do professor, seu compromisso pessoal com o progresso dos alunos etc.. (CARVALHO, et al, 2000 :33)

Tem-se observado na prática educativa, que no processo de aprendizado formal de Física, que não contempla a ótica apresentada por Carvalho (op.cit.), os conceitos oficiais, isto é, os da ciência, não substituem os conceitos espontâneos, sobrepõem-se a eles. Nas atividades de resolução de problemas, durante o desenvolvimento desta pesquisa, isso ficou evidenciado. Na realidade, criam-se duas Físicas na cabeça do aluno, a da vida, cujas situações e problemas, são interpretadas e resolvidas com os conceitos espontâneos, e, a da escola, para ser aprovado. Desta maneira, cabe indagar: Será que a escola, paradoxalmente, não acaba por transmitir e reforçar o universo de representações comuns, pela sua forma de ensinar ciência? Há sinais, considerando-se a situação em que se encontra o ensino de ciências, em particular o de Física, como foi observado nesta pesquisa, e que serão apresentados no capítulo-I desta dissertação.

Os conceitos espontâneos sobre os fenômenos físicos existentes na “bagagem” cultural dos alunos, podem ser identificados, pelo professor, por meio de procedimentos educacionais estratégicos. Ao professor cabe analisar e interpretar esses conceitos espontâneos e submeter os alunos aos resultados alcançados por ele neste processo. Do

confronto entre o trabalho desenvolvido pelo professor e a crítica apresentada pelos alunos, surgem os novos conhecimentos. São os procedimentos docentes que confrontam o senso comum e o conhecimento científico, colocando o aluno como sujeito no processo ensino-aprendizagem, apagando a imagem de aluno passivo e tornando-o aluno-aprendiz. Com isto, possibilita-se o desenvolvimento do espírito científico e crítico no aluno na medida em que, suas idéias, são colocadas em discussão e confrontadas com as de outros alunos.

A pesquisa foi desenvolvida com alunos da 1ª série “B” e da 1ª série “E” do Ensino Médio da Escola Técnica Estadual Presidente Vargas. O motivo da escolha dessa escola foi por ela ser a mais antiga na região e bem conceituada pela comunidade municipal e das cidades vizinhas. A Escola oferece vários cursos técnicos, além do ensino médio e possui um laboratório de Física. A maioria dos alunos que cursam o ensino técnico provém do nível médio da mesma Escola, possibilitando assim, a análise do ensino de Física no nível médio como suporte do ensino técnico. Além disto, o pesquisador leciona nesta Instituição, há quase duas décadas, o que lhe permite conhecer, em profundidade, a sua cultura formal e informal. A opção específica pelos alunos do primeiro ano do ensino médio deveu-se ao fato de que eles atendiam aos propósitos da pesquisa, principalmente no que se refere ao tópico de Física, o conceito de “pressão” (pressão é uma grandeza dada pela relação entre a força aplicada perpendicularmente a uma superfície e a área dessa superfície), que é desenvolvido no primeiro ano e o fato de a maioria dos alunos nunca ter estudado Física nas escolas das quais provieram. Além disso, os professores dessa turma e os alunos foram participativos nesta pesquisa.

O que motivou o autor a buscar fundamentação teórica para um ensino de tópicos da Física no nível médio foi a participação, em 1.990, num projeto na Escola Técnica Estadual Presidente Vargas em Mogi das Cruzes. O projeto visava melhorar o ensino de Física e consistia em implantar aulas experimentais para os primeiros anos do ensino médio. Tal curso era ministrado por dois professores de Física.

Usando a participação do estudante como estratégia de ensino, valorizando as suas idéias, aceitando-as como elementos da explicação dos fenômenos, atingiu-se resultados surpreendentes. A aula tornou-se mais participativa, o aluno mais interessado, não só o professor tinha a palavra, pois o aluno também queria e podia falar, opinar, exigindo explicações e debatendo com outros alunos as suas idéias. Este era um comportamento bem diferente daquele em que o aluno ficava sentado, conversando sobre outros assuntos e alheio à aula. Esses resultados exigiram uma postura diferente do professor, que ao invés de ficar

falando sozinho, tentando convencer o aluno com explicações e argumentações “científicas” sobre um determinado fenômeno, tinha que, também, ouvir as explicações dos estudantes e, a partir delas, propor alternativas de mudança ou aprimoramento da explicação das noções prévias.

Face aos resultados promissores na aprendizagem dos estudantes, intensificou-se o uso dessa abordagem nas aulas. Como diz Antunes:

Nunca é demais destacar que o aluno constrói seu próprio conhecimento, jamais o recebe pronto do professor, salvo em ações mecânicas onde esses conhecimentos jamais ajudarão construir outros; seu professor na verdade o ajuda nessa tarefa de construção, intermedia a relação entre o aluno e o saber, mas é uma ajuda essencial, imprescindível, pois é graças a ela que o aluno, partindo de suas possibilidades, pode progredir na direção das finalidades educativas. (ANTUNES, 2002:22)

Acreditando que se deva pautar a aula numa temática presente no universo do educando, valorizando assim o seu saber cotidiano, buscou-se referências nas idéias de Paulo Freire. Porque de um modo geral, o que tem sido feito nas aulas é a reprodução, ao invés da construção do conhecimento. Na visão de Paulo Freire, esta é uma “educação bancária”², na qual o conteúdo do professor é fornecido para os alunos como um produto, estes são vistos como clientes e as avaliações tornam-se a verificação do saldo disponível ou do estoque acumulado. Num ensino tradicional, meramente expositivo, cabe ao aluno apenas assimilar as idéias teóricas transmitidas pelo professor: memorizar e repetir são as saídas possíveis, já que serão essas as atividades mentais a serem exigidas nas avaliações, usualmente caracterizadas como “provas”.

Paulo Freire contribuiu para a reflexão do homem e seu compromisso com a sociedade. Reflexões que levaram os educadores à transformação de suas práticas educativas e pedagógicas. Esta contribuição fez de Paulo Freire um pedagogo brasileiro de destaque, não só de âmbito nacional como também internacional. Não se limitando a teorizar, mas empenhando-se para que estas questões tivessem repercussão positiva na sociedade humana em geral e na brasileira especificamente, o que fez dele um homem profundamente comprometido com a sociedade, principalmente com as camadas populares. É por isso que suas idéias constituem um caminho para a Educação Brasileira.

² Denominação dada por Paulo Freire à educação que se reduz praticamente à ação de depositar conteúdos na memória do aluno.

As idéias freirianas servem como orientação para a prática docente no que se refere à reflexão crítica da prática pedagógica que implica em saber dialogar e escutar, que supõe o respeito pelo saber do educando e reconhece a identidade cultural do outro. Para Paulo Freire, o que ele fez foi muito mais um método de aprender que um método de ensinar, sua proposta parte do estudo da realidade (fala do educando) e a organização dos dados (fala do educador).

Nesse sentido, suas idéias dão o respaldo necessário para o objeto desta pesquisa, que faz um tratamento reflexivo na utilização dos saberes do educando como motivadores da sua própria aprendizagem, que não se consegue no ensino tradicional³. Assumir uma postura que contrasta com a pedagogia tradicional, transformando o educando em sujeito de sua aprendizagem, buscando superar o antagonismo educador-sujeito “versus” educando-objeto. Desta forma o professor não é mais o que apenas educa, mas, o que, enquanto educa, é educado. Nas palavras de Paulo Freire: “a educação é um ato de amor, por isso um ato de coragem. Não pode temer o debate. A análise da realidade. Não pode fugir à discussão criadora, sob pena de ser uma farsa”. (FREIRE, 1978:96)

Os conhecimentos que os alunos já possuem sobre os fenômenos físicos foram objeto de estudos das primeiras pesquisas realizadas nessa área por pesquisadores como Doran (1972), Viennot (1979), Driver (1981), Watts e Zylberstajn (1981). Tais conhecimentos foram por eles denominados de “concepções espontâneas, intuitivas, formas espontâneas de raciocínio”.

Além de Paulo Freire que fundamenta esta pesquisa, vários autores que pesquisaram as concepções espontâneas dos alunos a cerca dos fenômenos físicos, contribuíram positivamente neste estudo. As pesquisas sobre o ensino das ciências têm merecido uma atenção diferenciada que, segundo Nardi:

“a pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil vem se caracterizando nos últimos anos como uma importante área acadêmica, tendo conseguido despertar o interesse de muitos pesquisadores, promovendo assim a constituição de grupos atuantes em diversas Instituições de Ensino Superior do país”.(NARDI, 1998)

Conforme afirma Nardi (1998), dentre as sociedades científicas do país, pode-se citar a Sociedade Brasileira de Física – SBF, órgão que congrega os físicos e professores de Física

³ Ensino em que o educador é ativo e o aluno passivo, isto é, baseado na transmissão e recepção de conhecimentos.

nos diversos graus de ensino que, bienalmente promove o Simpósio Nacional de Ensino de Física, além de publicações como a Revista Brasileira de Ensino de Física. Tem-se também o Caderno Catarinense de Ensino de Física, da Universidade Federal de Santa Catarina, constituindo-se nos veículos mais importantes de divulgação do ensino e da pesquisa sobre Ensino de Física no país. A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, a SBPC, oferece espaços para a discussão do Ensino de Ciências. Várias universidades desenvolvem pesquisas em ensino de Física por meio dos Institutos de Física ou da Faculdade de Educação. São linhas de pesquisa que têm como preocupação a questão do ensino e da aprendizagem de Física. Muitas pesquisas são de caráter metodológico, com estudos que envolvem a psicogênese de conceitos e a tentativa de mudança conceitual em sala de aula, bem como os conflitos cognitivos envolvidos na aprendizagem.

A Física, como disciplina do currículo escolar brasileiro, foi introduzida em 1.837, com a Fundação do Colégio Pedro II no Rio de Janeiro. Ao longo dos anos, o processo escolar de ensino-aprendizagem dessa ciência não sofreu muitas alterações. Ainda mantém-se nas nossas escolas, como fora observado na Escola Técnica Estadual Presidente Vargas, um ensino baseado na transmissão de informações por meio de aulas expositivas, com ausência de atividades experimentais, dissociado da realidade, voltado para o vestibular, com ênfase na resolução de exercícios algébricos e memorísticos ⁴, suportado pelo uso indiscriminado do livro didático. Um ensino que apresenta a Física como uma ciência compartimentada e pronta.

Muitas das pesquisas nessa área que objetivavam transformar esse quadro desolador, não tiveram êxito, talvez por não terem chegado aos educadores que realmente atuam na sala de aula. Este é um problema que mereceria uma atenção dos pesquisadores em ensino de ciências. Trata-se de possibilitar o acesso dessas pesquisas aos professores, objetivando a sua aplicação em sala de aula. Ocorre que muitos dos trabalhos abordam problemas ou temáticas, com tratamentos e conclusões não extensíveis a outras realidades educacionais, isto é, são trabalhos direcionados para uma determinada região. Há de se considerar que os temas tratados, como por exemplo, as concepções espontâneas, que serão discutidas no Capítulo-II desta dissertação, são de fundamental importância para que haja mudanças no ensino dessa ciência.

Estas mudanças devem ser direcionadas para que o aluno, efetivamente aprenda, por exemplo, observando-se a prática de ensino utilizada nas aulas de Física pelos professores no ensino médio, da Escola Técnica Estadual Presidente Vargas, constatou-se que elas não

⁴ São exercícios com ênfase na memorização, onde o aluno decora a resolução dos problemas.

envolvem o aluno no processo de ensino-aprendizagem. As aulas são baseadas na transmissão e recepção de conhecimentos, sem aulas com atividades experimentais e mesmo de demonstração. Trata-se de um ensino descontextualizado em relação à vida quotidiana do aluno, pois enfatiza a memorização. Esta dinâmica desanima o aluno e aborrece o professor que, muitas vezes, culpa o estudante pelo mau rendimento e desinteresse reinantes na sala de aula. Há evidências de que a discussão das idéias prévias dos alunos nas aulas de Física do ensino médio transforma o processo de ensino-aprendizagem dessa disciplina, assegurando que o aluno, efetivamente, aprenda. Essa é a hipótese a ser comprovada nesta pesquisa.

Nesta perspectiva, o docente não deve ser um mero transmissor de conteúdos previamente definidos, mas um sujeito que pensa e analisa criticamente sua prática. O papel da investigação se constitui no meio de construir um pensamento independente e não mais reproduzir o discurso alheio. É pensando criticamente a prática de hoje ou de ontem que se pode melhorar a próxima prática (cf. Freire, 1997).

A seleção dos sujeitos e do local da pesquisa, a elaboração do questionário e da atividade experimental, bem como as situações-problema⁵ para a identificação das concepções prévias dos alunos obedeceram a um plano de trabalho, previamente, elaborado.

Objetivando constatar como os professores de Física dessa escola trabalhavam os tópicos de Física com os alunos, foi-lhes oferecido um questionário a ser respondido. O que se procurava saber era, se eles consideravam os conhecimentos que os alunos trazem para a escola como um dos elementos constitutivos da aprendizagem. Os professores foram participativos a ponto de permitirem que se assistissem às suas aulas, possibilitando assim, a coleta de dados, diretamente, de uma aula real.

A seguir, elaborou-se um questionário contendo três questões envolvendo o cotidiano dos alunos. Tais questões são as denominadas “situações – problema”, as quais os alunos das duas classes deveriam responder utilizando-se apenas do conhecimento que dispunham até o momento, sem a intervenção do professor. Esse primeiro questionário era um “Pré-Teste”, que possibilitou um diagnóstico dos conhecimentos prévios dos alunos a respeito do conceito de pressão.

Um dos professores pesquisados era professor dos alunos da turma intitulada 1ºB, que após a aplicação do “Pré-Teste”, ficou à vontade para desenvolver a sua aula habitual, com o tema “pressão” de acordo com a sua metodologia, utilizando-se de recursos didáticos de sua

⁵ São situações retiradas do cotidiano do aluno, que objetivam coloca-lo numa situação de conflito cognitivo, isto é, identificar as suas concepções prévias sobre um problema a ser resolvido ou explicado.

escolha. De posse dos resultados desse questionário, discutiu-se, apenas com os alunos da primeira série “E”, as respostas dadas às questões. O objetivo era ouvir o aluno, suas opiniões e suas intuições, deixá-lo falar. Valorizando os seus conhecimentos, as suas crenças, promovendo um encontro das suas idéias com as idéias de outros alunos, confrontando-as, colocando assim, o aluno numa situação que gerasse um conflito cognitivo, conflito de idéias. O papel do professor era o de mediador do debate, não podendo fornecer as respostas, apenas problematizá-las, fazendo com que o aluno chegasse a uma conclusão, construindo coletivamente o novo conhecimento a partir de outras idéias.

Ao fim dessa etapa, esperava-se encontrar alguns alunos que, por meio do confronto das idéias, as tenha remodelado total ou parcialmente, ou pelo menos, questionando as suas próprias concepções prévias.

Entende-se que foi dada a oportunidade para que o aluno se inicie num processo de desenvolvimento do espírito crítico. Percebe-se nesse momento o envolvimento do aluno num processo de ensino-aprendizagem, diferente do tradicional, no qual só o professor fala. É uma prática educativa com idéias de Paulo Freire, pois permite a participação do aluno, valorizando-o como um ser pensante, incluindo-o num diálogo.

Esta proposta difere da educação tradicional, pois, rejeita a dependência dominadora, que inclui dentre outras a relação de dominação do educador sobre o educando (cf. Freire, 2003).

Na educação tradicional, particularmente no ensino de Física, o que predomina é a chamada Física/Matemática, a qual é transmitida pela escrita e pela fala do professor. Infelizmente, essa Física/Matemática, está presente em muitos livros didáticos utilizados por muitos professores de Física. Esta situação foi também constatada nas aulas de Física do ensino médio na Escola Técnica Estadual Presidente Vargas. Esta pesquisa segue num rumo diferente, procurando dar ênfase a uma Física conceitual, contextualizada, que é próxima do cotidiano dos alunos.

O Pré-Teste foi respondido pelas duas turmas e, forneceu resultados das idéias dos alunos diante de problemas retirados do seu cotidiano e, indicadores de como pensam a respeito de... Como tentam explicar e resolver problemas. Após a resposta ao Pré-Teste, optou-se por utilizar as atividades experimentais, pois a escola onde se realizou a pesquisa, apresenta as condições necessárias para a realização de tais atividades. Deve-se ressaltar a viabilidade dessa metodologia de ensino, mesmo na falta de um laboratório de Física. Essa

realidade, presente na maioria das escolas brasileiras, também foi uma das preocupações desta pesquisa, assim como o número de alunos em sala de aula. Efetuou-se a pesquisa numa sala de aula com quarenta alunos, pois se entende que, para que um professor possa aplicar a proposta que ora se apresenta, deve-se considerar a diversidade da realidade educacional.

Propôs-se aos alunos da primeira série “E” especificamente, uma atividade experimental que viabilizasse a aprendizagem do conceito de pressão. Os alunos da primeira “B” atendida por um dos três professores pesquisados, não realizaram essa atividade experimental, pois faziam parte daqueles que recebiam um ensino tradicional. A atividade experimental, onde quer que se realize, é imprescindível no estudo das ciências, pois possibilita a aproximação do conhecimento dos alunos do conhecimento científico. A partir daqui, o professor intervêm e inicia o trabalho de apresentar a teoria sobre o conceito de Pressão, aproveitando as respostas dos alunos no Pré-Teste e as hipóteses levantadas sobre a atividade experimental.

Trata-se de um procedimento no qual a criatividade e a habilidade do professor é imprescindível, pois aproveitando as respostas dos alunos no desenvolvimento da temática sobre o conceito de pressão, enriquecerá a exposição e responderá aos questionamentos dos alunos. Novos questionamentos poderão surgir a partir do momento em que as idéias dos alunos deverão ser testadas diante do novo conhecimento, o científico.

Como saber se questionados novamente sobre as situações-problema do Pré-Teste após a realização da atividade experimental e da aula propriamente dita, os alunos modificaram a sua forma de pensar, isto é, se suas novas explicações sofreram alterações?

Foi aplicado um novo questionário, para os alunos das duas turmas, contendo também três questões, retiradas do cotidiano dos estudantes, para verificar se, nas respostas, eles utilizariam os conceitos da Física. Fez-se, em seguida, um estudo comparativo com as duas turmas, cujos resultados serão apresentados no Capítulo-III desta dissertação.

Uma análise quantitativa e qualitativa dos resultados obtidos nesta pesquisa, bem como suas implicações pedagógicas, mostrando que este caminho favorece a aprendizagem num clima de liberdade de expressão será apresentada no Capítulo IV desta dissertação.

As referências bibliográficas e os anexos encerram o presente trabalho, acreditando-se ter contribuído para que educadores de ciências, em particular da Física no ensino médio, possam usufruir desta pesquisa no sentido de uma análise crítica da sua própria prática educativa.

CAPÍTULO I

PROBLEMAS E PERSPECTIVAS DO ENSINO DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO NA REGIÃO DE MOGI DAS CRUZES E NA ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL PRESIDENTE VARGAS

Neste capítulo, serão abordados tópicos referentes aos problemas metodológicos do ensino da Física no ensino médio detectados na região de Mogi das Cruzes e, especificamente, na Escola Técnica Estadual Presidente Vargas. Eles serão relatados a partir da experiência docente do autor e de uma breve visão panorâmica desse ensino.

1. Situação do Ensino de Física

A prática pedagógica do autor como Professor de Física no Ensino Médio, tem demonstrado, ao longo de quinze anos, que, quase nada fica daquilo que foi (ou pensa-se ter) ensinado. Caniato (1987, p.19) afirma: “o quase nada que fica do quase tudo que pensamos

haver ensinado”, isto é, o retorno por parte dos alunos quanto à aprendizagem de Física não corresponde ao que é esperado pelo professor.

Tem-se observado que a rejeição que grande contingente de alunos do ensino médio manifesta pela Física, deve-se em parte à ausência de alternativas de aprendizagem apresentadas a eles. Coloca-se a aprendizagem “memorística” como a única alternativa. Na realidade, quase nunca se cogita que existam alternativas.

A Física, quase sempre, é ensinada por meio de fórmulas que descrevem determinado fenômeno. Não se questiona a origem delas, não se mostra que as fórmulas são as representações de modelos, que foram criados para se entender determinado evento.

As deficiências do ensino de Física, constatadas pelo autor ao longo dos anos, provenientes das aulas ministradas e de contatos com docentes da disciplina, manifestam-se pela evasão escolar e pelo alto índice de reprovação, motivados, principalmente, pelo fraco desempenho dos alunos quando colocados diante de situações em que são solicitados a mostrar que aprenderam e são capazes de aplicar os conceitos da Física. Essas deficiências, diante de uma ciência cujo objeto de investigação é atraente e, portanto, deveria empolgar os estudantes, são atribuídas, tanto por parte dos professores quanto dos alunos, à baixa qualidade do ensino.

As causas apontadas por docentes e alunos para explicar as dificuldades na aprendizagem dessa disciplina são múltiplas e as mais variadas. Como exemplo, a pouca valorização do professor, as suas precárias condições de trabalho, a ênfase na Física Clássica e o quase total “esquecimento” da Física Moderna. Das atitudes recorrentes nos alunos, destaca-se a falta de motivação e a falta de interesse em discutir assuntos do cotidiano relacionados à ciência. Apresenta-se um quadro caótico: aulas de Física “sem vida”, cansativas, voltadas apenas à transmissão de conteúdos e ao cumprimento de programas.

Outras contribuições para o agravamento desse quadro que se têm observado é o enfoque predominante na chamada Física-Matemática em detrimento de uma Física conceitual. Sem contar o abismo existente entre o que é ensinado nas salas de aula e a vida cotidiana dos alunos, assim como a falta de contextualização dos conteúdos desenvolvidos e a sua relação com questões tecnológicas e do dia-a-dia.

Refletindo sobre esse problema, lendo projetos, conversando com alunos e com outros professores de Física, chegou-se a uma conclusão: é preciso reagir, fazer alguma coisa na busca de um ensino efetivo; é preciso trilhar caminhos alternativos para o ensino de Física no nível médio que tenham como ponto de partida, os conhecimentos que o aluno traz para a escola, antes do ensino. Trata-se de um conhecimento atual, é a condição inicial do aluno, isto

é, os conhecimentos que o aluno traz para a sala de aula e que, normalmente, não são levados em conta pelos professores: são as contribuições dos alunos para a sua própria aprendizagem, ou seja, crianças e adolescentes desenvolvem espontaneamente e, trazem para a sala de aula, concepções a respeito de fenômenos físicos.

Diante dessa perspectiva, surge uma questão fundamental, que é como “aproveitar” aquilo que o aluno já conhece e, confrontar tais conceitos intuitivos com os científicos. Como favorecer essa ligação, desenvolvendo uma relação entre as “idéias prévias” que os alunos têm sobre os fenômenos e os modelos físicos já estabelecidos cientificamente? Este desafio constitui-se no objeto desta pesquisa. Como diz Paulo Freire (1997, p.34) “Por que não estabelecer uma necessária *intimidade* entre os saberes curriculares fundamentais aos alunos e a experiência social que eles têm como indivíduos?”. A utilização dos conhecimentos, próprios da sua experiência, permite que o educando seja ativo no processo ensino-aprendizagem. Essa é uma das hipóteses, que serão demonstradas durante a apresentação desta pesquisa.

Quando era aluno do ensino médio, o autor tinha muitas dificuldades para aprender Física e, como professor, encontrou alguma dificuldade para ensiná-la. Talvez, devido à formação acadêmica, implantada nos cursos de licenciatura, ser tecnicista, isto é, direcionada ao uso das técnicas matemáticas em detrimento dos conceitos. Como professor, o autor observa o uso da mesma metodologia que seus professores aplicavam.

Há alguns anos, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, o ensino “funcionava bem”, porque era propedêutico. Privilegiava-se o desenvolvimento do raciocínio de forma isolada, adiando a compreensão mais profunda para outros níveis de ensino ou para um futuro inexistente”. (PCN,1999, p.230)

Atualmente, conforme Abib:

o ensino de Física que ocorre em nossas escolas, salvo poucas exceções, caracterizam-se ainda por uma preocupação em cumprir programações com grandes quantidades de conteúdo, pela ênfase no uso de fórmulas matemáticas e pela prática em sala de aula, quase que exclusiva da exposição do professor, alternada por resoluções de exercícios, que exigem mais conhecimentos de matemática do que propriamente uma compreensão física. Do ponto de vista da metodologia empregada, o pressuposto básico é que basta que o professor explique “bem” para que a “transmissão” do conhecimento ocorra. Há quem afirme que o aluno é um mero receptor, passivo de um conhecimento cuja transmissão é de responsabilidade do professor. Julga-se que o aluno é capaz de racionar da mesma forma que o “Mestre” e que as articulações lógicas feitas por este com as idéias expostas, são facilmente rearticuladas mentalmente pelo aluno, uma vez que a lógica do professor e a do aluno seriam coincidentes. (ABIB, 1988: 3)

O exposto revela que a prática docente, utilizada ainda hoje, em sala de aula, não responde a uma questão fundamental: Por que se tenta ensinar Física nas escolas se, depois de

certo tempo, verifica-se que os alunos pouco aprenderam? Os alunos consideram a Física muito complicada, sem significado algum, não conseguem associar a teoria com nada do seu cotidiano e, para desconsolo do professor a odeiam. Mesmo aqueles que apresentam habilidades com a matemática, se “queixam” do ensino de Física.

Uma solução possível, mas não única é estimular os alunos, utilizando simulações e demonstrações de experimentos simples de ciências na sala de aula, que comprovadamente é um recurso eficiente. Como diz GLEISER: “A ciência se torna fascinante quando você não fica só na teoria” (EDUCAÇÃO, 2005: 22). É sabido que a atividade experimental é pouco valorizada, pela maior parte dos docentes, no ensino médio. Isto contribui para que para os alunos desenvolvam uma visão da Física como um produto acabado e não como uma ciência em permanente construção. Infelizmente, observou-se que mesmo utilizando-se de tais procedimentos, os resultados ainda não são satisfatórios, pois paira no ar o desinteresse. Sobre as atividades experimentais, segundo Hodson, “o trabalho experimental tal como é conduzido em muitas escolas, é de concepção pobre, confuso e não produtivo”(apud CACHAPUZ, 2002, p.81). Portanto, deve-se utilizar desse recurso, mas planejá-lo adequadamente de modo a atingir os objetivos.

Sabe-se que a “curiosidade”, sentimento oposto ao desinteresse, nos impele à busca, nos impulsiona ao desconhecido, nos leva ao caminho da aprendizagem. Professor e aluno devem se assumir como epistemologicamente curiosos, no dizer de Paulo Freire. (1997, p.27) No ensino das ciências, em particular no da Física, o quadro atual é conseqüência de problemas inerentes à metodologia empregada, como os que Myriam Krasilchik evidencia:

MEMORIZAÇÃO DE MUITOS FATOS – tradicionalmente, as Ciências tem sido ensinadas como uma coleção de fatos, descrição de fenômenos, enunciados de teorias a decorar. Não se procura fazer com que os alunos discutam as causas dos fenômenos, estabeleçam relações causais, enfim, entendam os mecanismos dos processos que estão estudando. FALTA DE VÍNCULO COM A REALIDADE DOS ALUNOS – pois não se baseia no conhecimento que os jovens trazem de forma intuitiva, e não é ancorada no seu universo de interesses. INADEQUAÇÃO À IDADE DOS ALUNOS – o que se ensina a grande parte dos alunos não tem sentido, por não ser compatível com o seu desenvolvimento intelectual e emocional. FALTA DE COORDENAÇÃO COM AS OUTRAS DISCIPLINAS – de forma geral, a estrutura do curso das disciplinas científicas faz com que as aulas sejam segmentos sem significado. AULAS MAL MINISTRADAS - este fator limitante do ensino de Ciências não se refere aos problemas intrínsecos aos vários tipos de metodologia, mas ao mau uso delas. São os casos de aulas que não tem organização estruturada. Os recursos audiovisuais, mesmo os mais comuns, como o quadro-negro, não são usados, ou quando o são, sua utilização não é feita da maneira mais eficiente. O clima na sala é tenso e os alunos não tem liberdade para fazer perguntas, para resolver dúvidas. PASSIVIDADE DOS ALUNOS – uma das características do mau ensino das Ciências é fazê-lo de forma expositiva, autoritária, livresca, mantendo os estudantes inativos, tanto intelectual como fisicamente. Isto porque o aprendizado das Ciências inclui não só habilidade de observação e manipulação, mas também especulação e formação de idéias próprias. (KRASILCHIK, 1987: 52-54)

Também a ausência das aulas práticas torna o ensino de Física meramente virtual, sem sentido, abstrato. Várias são as possíveis causas destes problemas, desde as que se referem à estrutura de funcionamento geral do ensino, da escola, até as que se referem ao modo de ensinar a Física e às condições pessoais do aluno para aprender. Por isso, a prática docente no ensino de Física utilizada até agora necessita de uma reflexão por parte dos professores de Física, e deverá tomar outra dimensão, para que as aulas “tenham vida”. É necessário mudar a filosofia do ensino, no dizer de Marcelo Gleiser: “focalizando mais a visualização do fenômeno do que sua discussão conceitual, até que se atinja um equilíbrio entre ambos”. (GLEISER, 2001. Caderno Mais.)

Toda prática docente deve ser desenvolvida de acordo com os objetivos da disciplina, levando o docente a criar uma metodologia adequada que atinja esses objetivos. Se assim não for, corre-se o risco de praticar um ensino que não produzirá resultados de aprendizagem. Nota-se que muitos educadores no ensino da Física, infelizmente, desconhecem ou não atentam para esse aspecto, por diversas razões e distorcem o papel da Física nesse nível de ensino. Assim, reforça-se a necessidade de uma reflexão a respeito da prática docente no ensino de Física em nossas escolas. Diante daquilo que se presencia, uma direção alternativa é oferecida pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que estabelecem:

a Física é um conhecimento que permite elaborar modelos de evolução Cósmica, investigar os mistérios do mundo submicroscópico, das partículas que compõe a matéria, ao mesmo tempo que permite desenvolver novas fontes de energia e criar novos materiais, produtos e tecnologias. Incorporado à cultura e integrado como instrumento tecnológico, esse conhecimento tornou-se indispensável à formação da cidadania contemporânea. Espera-se que o Ensino de Física na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Ao propiciar esses conhecimentos, o aprendizado da Física promove a articulação de toda uma visão de mundo, de uma compreensão dinâmica do universo, mais ampla do que nosso entorno material imediato, capaz portanto de transcender nossos limites temporais e espaciais. Assim, ao lado de um caráter mais prático, a Física revela também uma dimensão filosófica, com uma beleza e importância que não devem ser subestimadas no processo educativo. (PCN, 1999, p. 229)

Cabe aqui uma pergunta: Qual visão de mundo é passada aos alunos por meio dessa proposta de ensino? É importante compreender que é pela visão de mundo que se percebe a realidade, ela informa e orienta todos os atos da pessoa e a relação dela com as outras pessoas e com o próprio mundo, que compreende desde as relações interpessoais até a sociedade e a cultura.

De acordo com Pereira (2000), na Idade Média, a visão de mundo era definida pelo clero e imposta como única verdade, devido à centralização em Deus. O mundo descrito como

real tinha como centro o plano de Deus para a humanidade. Durante a vida a pessoa teria de escolher entre Deus e o diabo, salvar-se ou perder-se. Mas, nos séculos XIV e XV, essas crenças e valores começaram a desmoronar. No século XVII, o sistema geocêntrico de Aristóteles é vencido pela evolução da astronomia, ruía a visão de mundo medieval. Uma nova visão de mundo surgiu com as revoluções na Física e na Astronomia com Newton e Descartes e nas idéias de Bacon sobre o método científico introduzido por Galileu-Galilei. Com a máxima “penso, logo existo” Descartes deixou claro que a essência da natureza humana reside no pensamento. Sobrepôs a mente à matéria e, por isto, concluiu que eram separadas: a mente está dentro do corpo, reforçando dessa forma, o dualismo já existente.

Esta visão de mundo enfatiza o trabalho mental, considerando-o superior ao trabalho manual. Entende que a natureza funciona segundo leis mecânicas e o mundo material pode ser explicado pela sua organização e pelo movimento de suas partes. Este modo de pensar informa as concepções de grande parte dos professores de Física que são reproduzidas no ensino da disciplina, embora, nem sempre eles tenham consciência disto.

Após uma busca sobre pesquisas no ensino de Física, encontraram-se trabalhos denominados por pesquisadores de concepções, conceitos ou idéias intuitivas; conceitos ingênuos; conceitos espontâneos; conceitos alternativos ou de senso comum. Essas concepções são pautadas no conhecimento trazido por cada pessoa, fruto de suas experiências quotidianas dentro e fora do ambiente escolar. Esses conhecimentos são provenientes do senso comum, que se baseia em noções espontâneas e intuitivas. Este conhecimento fica no nível das crenças, vai do hábito à tradição e é comunicado e aceito informalmente. O ser humano na medida em que se relaciona com os objetos que o cercam, cria interpretações dos fenômenos naturais e sociais baseadas nas suas experiências e, por meio destas interpretações relaciona-se com o ambiente.

No desenvolvimento da prática educativa, os alunos mostram os argumentos que utilizam para explicar os fenômenos que ocorrem à sua volta, criando suas próprias “teorias”. É comum nas aulas de Física, explicação como: um pedacinho de papel flutua na água porque é pequeno e pesa pouco; a bola que arremessamos se move porque o ar por ela deslocado empurra-a por trás; vemos os objetos porque nossos olhos emitem raios que se encontra com outros raios lançados pelos objetos; os balões sobem porque são inflados por um gás com propensão a subir.

O estudo da História da Ciência mostra que muitas das explicações dos alunos sobre os fenômenos físicos apresentam resquícios de teorias formuladas no decorrer da história da humanidade, como as idéias aristotélicas. Com o avanço do conhecimento científico, tais

idéias foram, lentamente, substituídas por outras que explicavam, de forma mais completa, os fenômenos observáveis. Os argumentos utilizados pelos alunos resultam de sua própria elaboração, são representações mentais e espontâneas que desempenham uma função explicativa. Os professores, na escola, parecem acreditar que tais idéias desaparecerão com o tempo, sendo substituídas facilmente pelos ensinamentos escolares, e, por isto não as valorizam. A consequência de tal procedimento faz com que o aluno estabeleça dois tipos de explicações: um para dar conta dos problemas do dia-a-dia e outro para a atividade escolar. Para DELVAL (1997: 149) “tais representações têm muita consistência e não são facilmente desmontáveis... não levam o sujeito a modificar suas idéias, mas sim, a adaptá-las”.

Se os alunos elaboram representações, modelos intuitivos, para explicar um determinado fenômeno, porque não partir dessas representações, desses modelos intuitivos, para pelo menos lhes mostrar se suas idéias estão corretas ou não? Infelizmente, a escola não valoriza os pré-saberes dos alunos, e, se preocupa mais com os resultados de aprovação, reprovação, evasão, do que com os procedimentos e as estratégias utilizados pelos alunos para a resolução de problemas. Não valorizando os pré-saberes dos alunos, o professor faz com que boa parte do conhecimento escolar se constitua numa atividade monótona e incompreensível para o aluno. Como diz Delval:

Trata-se, portanto, de integrar a necessidade do conhecimento escolar com as formas de aprendizado e construção do conhecimento que o sujeito espontaneamente elabora, fazendo com que a escola contribua, dessa maneira, para o desenvolvimento da capacidade de pensar e favoreça a construção de novos conhecimentos por intermédio da participação ativa do sujeito. (DELVAL, 1997, p. 160-161)

O que se observa nas aulas de Física no ensino médio, é que o aluno apela para a memorização, para a “decoreba”, não há o exercício para o pensar, o aluno pode repetir uma fórmula, uma lei em toda a sua exatidão e não ser capaz de entender o seu significado. Dessa forma, de acordo com Antunes (2001), o professor necessita ser um atento pesquisador dos saberes que o aluno possui, e fazer dos mesmos “ganchos” para os temas que ensina.

2. Ensino de Física na Escola Técnica Estadual Presidente Vargas

A atuação dos docentes dessa escola se caracteriza pela aula expositiva, apoiada num livro texto e com poucas atividades experimentais, embora exista um laboratório de Física. Ensina-se uma Física com ênfase em leis e fórmulas em situações artificiais, forçando um aprendizado pela automatização e pela memorização, apresentando o conhecimento como um

produto acabado, fazendo com que os alunos concluam que não resta mais nada para descobrir, para resolver. Como diz Morin: “a educação que visa a transmitir conhecimentos é cega quanto ao que é o conhecimento humano, não se preocupa em fazer conhecer o que é conhecer. Não examina a natureza do conhecimento”. (MORIN, 2000: 13)

As justificativas apresentadas para a pouca realização de aulas experimentais foram: a duração da aula, muitas vezes incompatível com o tempo exigido para realização do experimento; o número elevado de alunos em cada sala dificultando a utilização do laboratório; a falta de material e o despreparo docente para desenvolvê-las. Dos professores que ministram aulas de Física no ensino médio dessa escola, apenas dois tinham formação em Física (incluindo o autor dessa pesquisa). Os conteúdos desenvolvidos nas aulas eram determinados pelo livro texto, constituindo-se num conjunto de leis e definições, muitas vezes representadas por fórmulas, em exercícios repetitivos de aplicação numérica.

Constatou-se a falta de estímulo dos professores em promoverem debates com os alunos. Os assuntos tratados nas aulas seguiam uma dinâmica que não permitia o debate. Esse conjunto de aspectos demonstra que o ensino de Física resultante da prática educativa dos docentes é pouco atraente e até mesmo aversivo aos alunos. Nesse sentido, uma proposta alternativa para o ensino de Física no ensino médio deve respeitar o nível de desenvolvimento cognitivo do aluno, pois, percebe-se que muita coisa que o professor tenta ensinar, não tem sentido para o aluno, por não ser compatível com o seu desenvolvimento intelectual e emocional.

Morin menciona que segundo Claude Bastien:

a evolução cognitiva não caminha para o estabelecimento de conhecimentos cada vez mais abstratos, mas, ao contrário, caminha para a sua contextualização, a qual determina as condições de sua inserção e os limites de sua validade. A contextualização é condição essencial da eficácia do funcionamento cognitivo (MORIN, 2000,p36-37)

O ensino de Física no ensino médio tem de veicular um conhecimento contextualizado e integrado à vida de cada jovem. Esta pesquisa objetiva oferecer alternativas a esse problema e propor o desenvolvimento de tópicos da Física que, estimulem o questionamento por parte dos alunos, tornando-os sujeitos do processo ensino-aprendizagem. Do ponto de vista do autor desta dissertação as alternativas para a solução dos problemas do ensino de Física devem compreender o trabalho com as concepções espontâneas dos alunos, a motivação dos estudantes em relação à aprendizagem e, principalmente, o desenvolvimento de atividades experimentais. Segundo D’AVILA (1999), uma forma de conscientizar e despertar o interesse

do aluno pela Ciência, são as atividades experimentais. Sua pesquisa mostra o valor educacional do emprego de materiais de baixo custo nas atividades experimentais. Embora as atividades experimentais com o uso desses materiais ou não, sejam raras nas escolas, a pesquisa mostra a possibilidade da efetivação dessa prática. Mas, alerta para o problema de que qualquer tentativa de inovação no Ensino Médio deve levar em conta as idéias pré-concebidas que os alunos têm a respeito do processo de construção do saber em Física, proposta que provoca fortes resistências a uma prática inovadora. É preciso apresentar a eles uma Física que explique a queda dos corpos, o movimento da lua, das estrelas no céu, e também os raios laser, as imagens da televisão e as formas de comunicação. Uma Física que explique os gastos da conta de luz ou o consumo diário de combustível e também as questões referentes ao uso das diferentes fontes de energia em escala social, incluída a energia nuclear, com seus riscos e benefícios.

Uma Física cujo significado possa ser percebido pelo aluno no momento em que ele aprende, e não em um momento posterior. O ponto de partida, priorizando a contextualização, é considerar o mundo vivencial dos alunos, sua realidade, seus problemas e indagações que movem sua curiosidade. Outro aspecto a tratar, segundo Morin:

“... é que a educação deve promover a inteligência geral apta a referir-se ao complexo, ao contexto, de modo multidimensional e dentro da concepção global.. O conhecimento, ao buscar construir-se com referência ao contexto, ao global e ao complexo, deve mobilizar o que o conhecedor sabe do mundo (conhecimento prévio, espontâneo)”. (MORIN, 2000, p39)

Nas aulas de Física é comum perceber-se alunos dispersos e passivos. Assim, é preciso estimular ou despertar a sua curiosidade. Como diz Alves (2003): “a curiosidade é a voz do corpo fascinado com o mundo. A curiosidade quer aprender o mundo. A curiosidade jamais tem preguiça”. Não se pode admitir que uma ciência como a Física, que estuda a natureza, e, portanto, está presente no dia-a-dia de todas as pessoas, não consiga atrair a atenção dos alunos. Os alunos entram nas aulas dessa disciplina com disposição para aprender, mas, após o término delas, mostram-se, quase sempre, desmotivados, sem vontade e, como consequência deste desânimo, rotulam a disciplina de “chata” porque não serve para nada. A impressão que fica é que os professores de Física, é que estão produzindo essa “chatice”. Por isto, é preciso mudar as aulas de Física. Aulas que valorizem as idéias dos alunos e proporcionem atividades, desafios, que podem trazer os alunos para as aulas de Física.

Foram realizadas várias tentativas de mudanças no ensino de Física nessa escola: seguiu-se o livro didático, prepararam-se aulas com um encadeamento dos assuntos nele propostos (teoria, exemplos e exercícios); usou-se a aula expositiva no desenvolvimento da

teoria, tendo como recurso didático as demonstrações de experimentos na própria sala de aula; substituiu-se o livro didático em favor do uso do laboratório de Física. A leitura de textos extraídos de revistas, de jornais e de livros, tornou a aula mais dinâmica, despertando o interesse do estudante, assim como o trabalho em grupos na resolução de listas de exercícios, com o devido acompanhamento do professor. Todas estas alternativas conseguiram mobilizar poucos alunos e, portanto, não lograram envolver a totalidade dos estudantes. Segundo Morin (2000) "na missão de promover a inteligência geral dos indivíduos, a educação do futuro deve ao mesmo tempo utilizar os conhecimentos existentes conhecimentos prévios".

Uma das dificuldades quando se pretende trabalhar com o conhecimento prévio do aluno nas aulas de Física, além da descontextualização é a divisão da disciplina em compartimentos, o que leva à sua fragmentação e a converte num conhecimento especializado. Lembrando Morin (2000, p.41) "o recorte das disciplinas impossibilita apreender o que está tecido junto". É isso exatamente o que ocorre com o ensino de Física, como consequência da metodologia de ensino aplicada no nível médio. Assim é preciso fazer com que o aluno entenda que "tudo se relaciona com tudo" e que o conhecimento não é um arquipélago.

O estudante de Física no ensino médio, embora estude, por exemplo, as diferentes fontes de energia, não saberia citar os riscos, os benefícios de uma radiação ionizante, nem explicar o funcionamento de uma geladeira, mesmo que tenha estudado termodinâmica em termodinâmica, deixando assim, sem sentido a própria compreensão da Conservação de Energia, além dos problemas energéticos e ambientais do mundo contemporâneo.

O que se busca, para mudar o quadro atual, com uma visão pedagógica diferenciada, é propor um modelo de ensino de Física mais comprometido com a discussão, com a compreensão de seus conceitos, com a percepção de suas relações com o cotidiano do aluno e com outros campos do saber. Desta forma deve-se trabalhar a Física com a participação ativa do aluno e um maior comprometimento dele com a sua aprendizagem, por meio da valorização dos seus pré-saberes.

Depois de apresentar os problemas do ensino de Física no nível médio e algumas alternativas para a sua superação, passa-se a discutir, no próximo capítulo, o referencial teórico desta pesquisa.

CAPÍTULO II

A PEDAGOGIA FREIRIANA E A RELEVÂNCIA DAS CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS

Neste capítulo serão discutidas as idéias de Paulo Freire que critica o ensino que domestica e propõe uma educação libertadora, que faz com que educadores e educandos construam juntos os conhecimentos.

Abordará também diversos trabalhos de pesquisadores na linha das concepções espontâneas dos educandos sobre conceitos de Física, bem como as suas implicações pedagógicas na prática educativa dos professores de Física do nível médio.

1. As Idéias Freirianas

Paulo Freire, cujas idéias-chave preconizam uma educação libertadora, dão sustentação a esta pesquisa.

É comum hoje se ouvir falar em construtivismo, ensino construtivista, construção de conhecimentos. Porém, o que de fato significam essas expressões tão exaustivamente repetidas nos debates sobre educação e ensino? Será que o construtivismo deverá ser entendido como um método de ensino? Na realidade, não existe uma noção única de construtivismo, pois muitos construtivismos diferentes são possíveis. A idéia de construção aqui defendida, está presente não apenas nas obras de Piaget e Carl Rogers (construção da pessoa e das relações inter-pessoais significativas), mas também na de Paulo Freire, sobre a construção do homem novo, livre, consciente de sua historicidade, construção do saber e da cultura como expressões dos anseios e expectativas das camadas populares.

As abordagens construtivistas são reflexões sobre a aprendizagem, que é a nossa preocupação no ensino da Física no ensino médio. A apropriação das idéias de Paulo Freire, que norteiam este trabalho, baseia-se em que ele trabalhou na construção do conhecimento, em que o aluno não é mais o receptor e, o Professor não é mais o transmissor. Observou-se nesta pesquisa, nas aulas de Física no ensino médio, uma prática docente em que os alunos faziam o papel de ouvintes apenas. A eles não eram dadas oportunidades de participarem do processo de construção de seu próprio conhecimento.

Presenciaram-se aulas de Física num estilo bem tradicional¹, o professor de Física chegava à sala de aula portando giz e um livro de Física. Colocava um tema na lousa, fazia um resumo escrito do conteúdo daquela aula já com as indicações dos exercícios do livro, que o aluno tinha que resolver. Somente o professor falava e, o aluno anotava aquilo que considerava importante, eram aulas monótonas, fora do contexto do aluno. Como diz Paulo Freire:

Ditamos idéias. Não trocamos idéias. Discursamos aulas. Não debatemos ou discutimos temas. Trabalhamos sobre o educando. Não trabalhamos com ele. Impomos-lhe uma ordem a que ele não adere, mas se acomoda. Não lhe propiciamos meios para o pensar autêntico, porque recebendo as fórmulas que lhe damos, simplesmente as guarda. Não as incorpora porque a incorporação é o resultado de busca de algo que exige, de quem o tenta. Esforço de recriação e de procura. Exige reinvenção. (FREIRE,1978: 96-97)

Infelizmente, como foi observado na Escola Técnica Estadual Presidente Vargas, as aulas de Física são meras transcrições dos livros didáticos, com resultados de aprendizagem insatisfatórios e nelas o aluno é visto como mero coadjuvante². Segundo Paulo Freire: “...

¹ Tradicional, no sentido de tratar-se de um método muito comum na maioria das escolas.

² Participação física do aluno. Sente e ouve, não dá opiniões.

narração de conteúdos que, por isto mesmo, tendem a petrificar-se ou a fazer-se algo quase morto, seja valores ou dimensões concretas da realidade. Narração ou dissertação que implica um sujeito – o narrador – e objetos pacientes, ouvintes – os educandos”. (FREIRE, 2003: 57)

Essa metodologia de ensino, em que o educador é o sujeito – narrador leva os educandos a uma memorização mecânica do conteúdo narrado. É o que se observou nas aulas de Física: os alunos decoram as fórmulas³, o conceito e até a resolução de problemas, para uso em posterior “cola” nas provas. Assim, eles são transformados em recipientes a serem enchidos pelo educador, como se fossem depósitos. Sendo a educação um ato de depositar, segundo Paulo Freire: “os educandos são os depositários e o educador o depositante”. (FREIRE, 2003: 58). O educador pernambucano Paulo Freire denominou esse tipo de educação de: “educação bancária, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los”. (FREIRE, op. cit) Esta postura levou o autor desta pesquisa a analisar as idéias de Paulo Freire, principalmente aquelas utilizadas no seu método de alfabetização.

A proposta de Paulo Freire parte do estudo da realidade por meio da fala do educando e a organização dos dados se dá pela fala do educador. Nas aulas de Física, observou-se que na fala do professor era utilizada uma linguagem técnica – científica, caracterizada por palavras que estão fora do contexto cotidiano do aluno. Por exemplo, “ponto material”⁴, pode ser substituído por objetos conhecidos do aluno como, uma pedra, uma bola, um carro, isso contribui para o entendimento da matéria.

Nas aulas de Física, o que se observou foi exatamente isto: o professor determina o tema e fala e o educando ouve. Na maioria das vezes, o aluno permanece imóvel, como saber se ele está prestando atenção? A questão da escolha do tema como conteúdo programático a ser trabalhado está vinculado a uma programação prévia da disciplina, portanto deverá ser seguida pelo professor. Mas, mesmo diante dessa exigência escolar, acredita-se que o tema a ser desenvolvido, pode ser explorado. Deve-se, primeiro, fazer um levantamento sobre o que os alunos conhecem sobre tal tema. A partir daí, o professor deve iniciar uma discussão com base neste levantamento sobre os conhecimentos dos alunos a respeito do tema, fomentando o debate. A partir do debate, ele deve desenvolver o tema, explicando a teoria. Para Paulo Freire, a educação bancária é uma educação anti-dialógica. No nosso entender, trabalhando os

³ São as equações matemáticas utilizadas nos problemas para calcular grandezas físicas como a velocidade, a força.

⁴ No estudo da cinemática, refere-se a todo corpo cujas dimensões não interferem no estudo de um determinado fenômeno.

conhecimentos prévios dos alunos, ouvindo as suas explicações, promovendo um confronto de suas idéias com as de outros alunos, tem-se uma aula, fundada no diálogo.

Nessa linha de pensamento, o desenvolvimento dos conteúdos programáticos, requer uma metodologia fundamentada no diálogo. Cada aluno, cada grupo de alunos envolvidos na ação pedagógica dispõe em si mesmo, ainda que de forma rudimentar, dos seus conhecimentos, das suas idéias. Eles são necessários para iniciar o processo de ensino-aprendizagem. O importante não é transmitir conteúdos específicos, mas despertar no estudante uma nova forma de relação com a experiência vivida. A transmissão de conteúdos estruturados fora do contexto social do educando é considerada por Paulo Freire “invasão cultural” e é tática de dominação. No dizer de Paulo Freire:

Desrespeitando as potencialidades do ser a que condiciona, a invasão cultural é a penetração que fazem os invasores no contexto cultural dos invadidos, impondo a estes sua visão do mundo, enquanto lhes freiam a criatividade, ao inibirem sua expansão. Neste sentido, a invasão cultural, indiscutivelmente alienante, realizada maciamente ou não, é sempre uma violência ao ser da cultura invadida, que perde sua originalidade ou se vê ameaçado de perdê-la. (FREIRE,2003:149)

O que motivou a opção pelas idéias freirianas para fundamentar esta pesquisa, foi indagar se o ensino de Física, da forma como é conduzida pela maior parte dos professores não é opressor? A Educação bancária, criticada por Paulo Freire, se alicerça na dominação, na domesticação e na alienação. Estas características da educação bancária que são transferidas do professor para o aluno por meio do conhecimento imposto mostraram indícios de que o ensino de física praticado no nível médio é opressor.

A prática docente mostra que o ensino praticado nas aulas de Física do ensino médio e, portanto, na escola em que se realizou esta pesquisa, tem as características da educação bancária. Nestas aulas o professor desenvolve as explicações teóricas de um determinado tema, falando praticamente sozinho para uma platéia silenciosa, expondo na lousa as equações, resolvendo vários exercícios, sem dar tempo ao aluno de tentar resolver algum deles. A aula segue um “ritmo acelerado”, sem perguntas ou outras colocações por parte dos alunos, pois há um programa a cumprir. Fazendo um paralelo com o observado, na concepção bancária, segundo Paulo Freire:

... a) o educador é o que educa; os educandos, os que são educados; b) o educador é o que sabe; os educandos, os que não sabem; c) o educador é o que pensa; os educandos, os pensados; d) o educador é

o que diz a palavra; os educandos, os que a escutam docilmente; e) o educador é o que disciplina; os educandos, os disciplinados; f) o educador é o que opta e prescreve sua opção; os educandos, os que seguem a prescrição; g) o educador é o que atua; os educandos, os que têm a ilusão de que atuam, na atuação do educador; h) o educador escolhe o conteúdo programático; os educandos, jamais ouvidos nesta escolha, se acomodam a ele; i) o educador identifica a autoridade do saber com sua autoridade funcional, que opõe antagonicamente à liberdade dos educandos; estes devem adaptar-se às determinações daquele; j) o educador, finalmente, é o sujeito do processo; os educandos, meros objetos. (FREIRE, 2003: 59)

Freire não se limita a analisar como são a educação e a pedagogia, também desenvolve uma teoria de como elas devem ser e de como se deve agir. Trata-se da Educação Libertadora.

Para ele, educação é um encontro entre interlocutores, que procuram, no ato de conhecer, a significação da realidade e na práxis o poder da transformação. Entende-se por pedagogia em Freire, a ação que pode e deve ser muito mais que um processo de treinamento ou domesticação, um processo que nasce da observação e da reflexão e culmina na ação transformadora.

Esta pesquisa mostra que a prática de uma educação na qual o educando é o sujeito, envolvido e comprometido com sua aprendizagem, na qual os seus conhecimentos de vida, seus pré-saberes são valorizados, alcança resultados mais efetivos do que aqueles conseguidos pelo ensino tradicional. Por isso, a proposta de educação de Paulo Freire, que é a base da que se defende nesta pesquisa, se diferencia da educação tradicional, pois suprime a dominação do educador sobre o educando. Esta é a Educação Libertadora, para a qual o conhecimento fundamenta-se na realidade concreta do educando e este reconhece o seu caráter histórico e transformador. Na Educação Libertadora há uma relação de troca horizontal entre educador e educando, exigindo-se nesta troca, uma atitude de transformação da realidade conhecida. A educação libertadora é conscientizadora, na medida em que, além de conhecer-se a realidade, busca-se transformá-la, ou seja, tanto o educador quanto o educando aprofundam seus conhecimentos em torno do mesmo objeto cognoscível para poder intervir nele.

O que se propõe, são aulas de Física no ensino médio, que valorizem os pré-saberes dos educandos como contribuições para o seu ensino. Assim, é necessário que eles sejam sujeitos nesse processo, mediante situações de aprendizagem que despertem a curiosidade, exercitem a observação e desenvolvam o espírito investigativo e crítico. Neste sentido, quanto mais se articula o conhecimento frente ao mundo, mais os educandos se sentirão desafiados a buscar respostas, e conseqüentemente, ascenderão ao estado de consciência crítica e transformadora da realidade. Esta relação dialética entre o conhecimento e o mundo é cada

vez mais fortalecida na medida em que, educadores e educandos se fazem sujeitos do processo educativo. Assim, o educador acredita na possibilidade dos educandos aprenderem, além de desenvolver com eles a convivência alicerçada na intercomunicação.

O diálogo é o ponto forte desta proposta de educação e, como diz Paulo Freire:

O educador já não é o que apenas educa, mas o que, enquanto educa, é educado, em diálogo com o educando que, ao ser educado, também educa. Ambos, assim, se tornam sujeitos do processo em que crescem juntos e em que os “argumentos de autoridade” já não valem. (FREIRE, 2003: 68)

Para Paulo Freire, ser dialógico não é invadir, é não manipular, é não “sloganizar”. Ser dialógico é empenhar-se na transformação constante da realidade. Como já foi dito, na educação bancária, o educador é o agente de todo o processo educativo. Sua ação consiste, apenas, em encher a consciência dos educandos como se esta fosse um mero arquivo a ser preenchido de comunicados. São características muito semelhantes presentes na prática educativa de muitos professores de Física que reconhecem a razão da própria existência, mas não a dos seus alunos. Nessa prática, ignora-se a realidade do aluno, de onde ele vem, o que faz, quais são as suas idéias, os seus conhecimentos. O mesmo não ocorre na educação problematizadora, que leva os educadores assim como os educandos, à análise crítica da realidade, problematizando, dialogicamente, o próprio conhecimento em sua indiscutível relação com a realidade concreta para melhor explicá-la, compreendê-la e transformá-la.

O educador bancário, por ser antidialógico, não se preocupa com o conteúdo do diálogo, mas somente com o programa que deve ser cumprido. Como já foi exposto, os alunos chegam à escola com conhecimentos da vida, da sua existência, que são ignorados. Assim, eles são tratados na escola como “tábulas rasas”. Muitos educadores se esquecem que as pessoas normalmente têm um domínio, mesmo que superficial, do conhecimento produzido e sistematizado pela humanidade, o que lhes permite compreender e explicar os seus problemas cotidianos. Os professores antidialógicos menosprezam o senso comum, como se o mundo tivesse partido da rigorosidade do conhecimento científico, porém, ao contrário, a ciência é uma atividade eminentemente reflexiva.

Por isto, ela procura compreender, elucidar e alterar o cotidiano, a partir de seu estudo sistemático. Quando se faz ciência, a base é o pensar sobre a realidade cotidiana. O pesquisador afasta-se dela para refletir e conhecer além de suas aparências. O cotidiano e o conhecimento científico da realidade aproximam-se e se afastam: aproximam-se porque a ciência se refere ao real; afastam-se porque a ciência abstrai a realidade para compreendê-la,

ou seja, a ciência afasta-se da realidade, quando a transforma em objeto de investigação, o que permite a construção do conhecimento científico. O conhecimento que vai se acumulando no cotidiano decorre do senso comum. Sem esse conhecimento intuitivo e espontâneo, a vida no dia-a-dia seria inviável. O senso comum é passado de geração em geração e, assim, consolida uma das expressões do conhecimento humano. Já o conhecimento científico leva um certo tempo para ser absorvido pelo senso comum.

Considerando-se que as relações entre educador e educando são predominantemente “narradoras, dissertadoras”, nas quais o educador é o sujeito e o educando, apenas o objeto que ouve, o que predomina é a sonoridade da palavra, conduzindo-os a uma memorização mecânica dos conteúdos. Na educação problematizadora, ao contrário, surge como prática da liberdade, que afirma a dialogicidade e se faz dialógica. Como diz Paulo Freire: “ninguém educa ninguém, ninguém educa a si mesmo, os homens se educam entre si, mediatizados pelo mundo”. (FREIRE, 2003:68)

Essa concepção de educação parte da realidade do aluno, o aluno como sujeito de sua aprendizagem, na construção de seu próprio conhecimento. Uma educação de caráter autenticamente reflexiva, implicando um constante ato de desvelamento da realidade. Um esforço permanente por meio do qual os homens vão percebendo, criticamente, como *estão sendo* no mundo *com que* e *em que* se acham. Na medida em que servindo à libertação, se funda na criatividade e estimula a reflexão e a ação verdadeira dos homens sobre a realidade.

As idéias freirianas fundamentam esta pesquisa na medida em que a educação bancária coincide com o que foi constatado nas aulas de Física do ensino médio, na prática educativa de muitos docentes, isto é, desenvolve-se mais a reprodução dos fatos do que a construção dos mesmos. E, a proposta de uma educação libertadora, que respeita, valoriza e utiliza os pré saberes do educando, fundada no diálogo, coloca o educando como sujeito de sua própria aprendizagem. Partir da realidade do educando na prática educativa das aulas de Física do ensino médio é, ter como ponto de partida os seus conhecimentos decorrentes da experiência. Pelas situações-problema, identifica-se as suas concepções intuitivas e espontâneas sobre determinados fenômenos. Reconhecer as idéias prévias do educando significa, valorizá-lo como “ser” no mundo e “com o” mundo. Tem-se a certeza de que esse caminho, que é mais uma alternativa para subsidiar o ensino de Física no ensino médio, faz com que o educando participe com maior comprometimento do processo ensino-aprendizagem.

Deste modo, o educador problematizador re-faz, constantemente, seu ato cognoscente, na cognoscitividade dos educandos. Estes passam agora, a sujeitos investigadores e críticos.

As idéias de Paulo Freire são humanistas, trazem a possibilidade de que todos possam aprender, construindo, juntos, o conhecimento. Freire democratiza as relações entre professor e aluno, e, coloca o pólo do processo educativo na troca, no processo dialógico, e não no professor autoritário do método tradicional o no aluno individualizado da escola nova. É um método baseado no diálogo como recurso principal não apenas para alfabetizar, mas para despertar na pessoa a chamada consciência crítica. Por isto, essas idéias freirianas são o suporte teórico desta pesquisa.

2. Pesquisas sobre Concepções Espontâneas

As pesquisas sobre as concepções espontâneas tanto de docentes como de discentes, têm crescido no Brasil desde 1980. Dentre as várias pesquisas nessa área, encontraram-se algumas que se assemelham ao objeto de pesquisa desta dissertação e, que justificam de forma exemplar este trabalho. São pesquisas que abordam os problemas referentes às noções intuitivas que os discentes mentalmente elaboram para explicarem os fenômenos físicos que observam. Uma dissertam sobre a gênese dessas idéias e outras sugerem que se dê uma atenção a esse problema, para que o professor possa pensar em utilizar tais conhecimentos prévios nas aulas de Física. Mencionam-se aqui somente as pesquisas que abordavam as concepções espontâneas dos discentes sobre os fenômenos físicos, que efetivamente, contribuíram para uma reflexão na ação pedagógica dos docentes de Física. As dificuldades encontradas pelos docentes no ensino de Física, quer no nível médio, quer no universitário, levaram muitos pesquisadores a atentar para essa problemática, que se transformou numa área de pesquisa, conforme nos relata Nardi:

... a pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil vem se caracterizando nos últimos anos como uma importante área acadêmica, tendo conseguido despertar o interesse de muitos pesquisadores, promovendo assim a constituição de grupos atuantes em diversas Instituições de Ensino Superior do país.(NARDI, 1998: 5)

A busca por metodologias de ensino mais eficientes, isto é, que possibilitem aos alunos a aprendizagem efetiva, está ligada a várias causas. Nas palavras de CARVALHO, uma delas se refere às necessidades formativas do professor de Ciências. Trata-se da:

... ruptura com visões simplistas; conhecer a matéria a ser ensinada; questionar as idéias docentes de “senso comum”; adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem das ciências; saber analisar criticamente o “ensino tradicional”; saber preparar atividades capazes de gerar uma aprendizagem efetiva; saber dirigir o trabalho dos alunos; saber avaliar; adquirir a formação necessária para associar ensino e pesquisa didática. (CARVALHO, et al, 2000: 11)

Entende-se que os cursos de Licenciatura deveriam oferecer esse suporte na formação dos docentes, ou deveriam ser implementadas diretrizes de política educacional voltadas à formação dos educadores de ciências, possibilitando assim, mudanças qualitativas na sua prática docente. Felizmente, existem algumas entidades que já estão trabalhando nesse sentido, conforme já se abordou na introdução desta dissertação.

Observa-se que pesquisas realizadas na área do ensino de Ciências, consagradas academicamente, poderiam auxiliar os docentes no sentido da produção de mudanças, na sua prática, em favor da aprendizagem por parte dos alunos. O que ocorre é que pesquisas nessa área, dificilmente chegam às mãos dos professores. A escola onde foi realizada esta pesquisa, em particular, por meio do Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza” oferece aos seus professores, periodicamente, cursos de atualização, que abordam a questão do ensino, quer na metodologia, quer no que se refere aos tópicos da disciplina. Por outro lado, estes cursos apresentam deficiências quanto à praticidade das propostas. Este é um problema que mereceria uma atenção dos pesquisadores em ensino de ciências: como possibilitar o aos professores o acesso ao resultado dessas pesquisas, objetivando a sua aplicação em sala de aula.

Além da questão das concepções espontâneas, que será tratada nesta pesquisa, pode-se citar também, o ensino experimental com propostas de uso do laboratório, o desenvolvimento intelectual, que são estudos sobre o nível de desenvolvimento intelectual do aluno, os materiais didáticos, os métodos de ensino, que são estudos comparativos entre diferentes métodos, os cursos específicos, com estudos ou propostas de programas de ensino para determinados tópicos da Física no ensino médio, e o vestibular, são estudos analíticos das provas de Física de vestibulares e suas relações com o ensino de Física no ensino médio.

As pesquisas sobre “concepções espontâneas” começaram a surgir no Brasil no início dos anos 80, logo após a difusão de estudos nessa linha, na segunda metade da década de 70, principalmente na Europa. Nas palavras de Nardi (1998), o tema durante certo período foi

benéfico, propiciando um intercâmbio de informações e comparação de metodologias e resultados. Por outro lado, impediu um desenvolvimento mais livre e dinâmico de nossos pesquisadores, considerando-se o nosso sistema educacional. Essas pesquisas envolvem estudos de identificação e análise das concepções “intuitivas”, “não-formais”, “espontâneas” ou “alternativas”, apresentadas por indivíduos de diferentes níveis de escolaridade e faixa etária⁵. Nardi (1998) enfatiza que os autores dessas pesquisas partem de uma problemática que é a contradição existente entre os conceitos formais transmitidos no ensino de Física a estudantes dos três níveis de ensino e os conceitos espontâneos apresentados por esses estudantes, na maior parte das vezes, distintos e até conflitantes com os conceitos formais. Esta situação se verifica mesmo quando o indivíduo acumula anos de escolaridade.

Dois ramos importantes da Física como a Mecânica que estuda os movimentos e a Óptica Geométrica, que estuda a natureza da luz e as anomalias da visão, foram duas das áreas contempladas nas pesquisas sobre concepções espontâneas dos estudantes, quer em âmbito internacional quer nacional, até meados de 1.990.

O fato é que não se encontraram pesquisas realizadas nessa época que discutam efetivamente como deveriam ser trabalhadas, no dia-a-dia de uma sala de aula, as contradições, entre os conceitos físicos formais e os conceitos espontâneos. Os trabalhos somente apresentam sugestões gerais e ocasionais para a ação pedagógica do professor, trazendo com isto alguns subsídios para a formação e aperfeiçoamento docentes. Mais recentemente, embora se tenha pesquisas que tratam da mesma temática, ainda não se tem resultados efetivos de sala de aula. O que ocorre é que as pesquisas nessa linha realizam um tratamento com uma determinada amostra de um local e, não tem prosseguimento, isto é, não se realizam trabalhos de passar para os professores de Física, da própria região tais resultados. Não se promovem ações para a aplicabilidade dessas pesquisas no sentido de estudar a viabilidade ou não nas salas de aulas das escolas de ensino médio.

Esta pesquisa constitui-se num diferencial, pois provém da prática docente e mostra resultados positivos de aprendizagem quando da sua aplicação da metodologia proposta em sala de aula. Isto ocorre porque tal metodologia pauta-se na óptica da valorização das concepções espontâneas dos educandos.

⁵ São denominações que constam nas pesquisas e refletem paradigmas epistemológicos e de ensino-aprendizagem distintos. Atualmente, uma denominação mais abrangente talvez fosse “concepções prévias” ou “conhecimento prévio”, como referência a todo tipo de conhecimento trazido pelo indivíduo, fruto de suas experiências de vida dentro e fora da escola, no instante em que inicia um novo processo de ensino-aprendizagem.

Nessa linha, com o intuito de não só aplicá-las a situações de ensino, mas também a procura de um referencial teórico temos os trabalhos de NUSSBAUM e NOVICK (1982), DRIVER e ERICKSON (1983), HEWSON e HEWSON (1984) segundo Nardi (1991).

Pesquisadores como POSNER (1983), HEWSON (1983), GIL e CARRASCOSA (1985) e HASHWEH (1985), citados em Nardi (1991) apresentaram idéias no sentido de transformar os chamados “conceitos espontâneos” em “conceitos científicos”, a partir de uma mudança conceitual. Esses estudos partem de uma visão construtivista, em que a ênfase é dada ao papel do aluno como construtor de seu próprio conhecimento, adotando a teoria piagetiana como fonte de referência.

No que se refere à aprendizagem de conceitos científicos, TEIXEIRA (1985) analisou as entrevistas aplicadas a alunos do ensino fundamental e médio, procurando verificar como ocorre o desenvolvimento do conceito da grandeza física “velocidade”, relacionando alguns fatores que estariam associados a sua evolução. Assim como, LABURU (1987) estudou o desenvolvimento e aprendizagem do conceito da grandeza física “aceleração”, investigando quais as noções que os alunos apresentavam e sua relação com o desenvolvimento cognitivo.

Nessa época, final de 1980 e meados de 1990, destaca-se a pesquisa de CARVALHO (1989) intitulada: “Física – Proposta para um Ensino Construtivista”. O seu objetivo era conhecer como os alunos percebem e compreendem o mundo físico que os cerca e, também, conhecer como os estudantes vêm e explicam os fenômenos fundamentais, bem como qual é a lógica usada por eles na formação espontânea dos conceitos. Estes são os pontos mais importantes para o ensino de Física. A pesquisadora estudou o conceito da grandeza física “quantidade de movimento”⁶ e sua conservação em 41 crianças do pré-primário da Escola Viva e da 1º, 3º, 4º e 6º séries do ensino fundamental da Escola de Aplicação da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo considerando-se que até a 6º série não tinha Física no currículo escolar. O foco dessa pesquisa foi o estudo do desenvolvimento do conceito de quantidade de movimento, baseado na teoria piagetiana, que trata em profundidade do desenvolvimento do pensamento das crianças na interação com fenômenos físicos. Salientando alguns processos da aquisição de conhecimento que são importantes para o ensino das ciências, numa visão construtivista, também tinham a preocupação de inovar numa sala de aula real. Por isto, discorrer-se-á um pouco sobre essa investigação por haver pertinência com a pesquisa ora dissertada.

⁶ Também denominada de Momento Linear, que é o produto das grandezas físicas massa e velocidade.

Tendo em vista a pesquisa tratar-se da formação e evolução de um conceito físico, justifica-se a escolha por alunos das séries iniciais. Alguns aspectos da pesquisa de CARVALHO foram importantes contribuições na definição do objeto desta dissertação, que busca a utilização dos conhecimentos prévios dos alunos como elementos da sua aprendizagem. Como por exemplo, para identificar o que as crianças sabem a respeito da grandeza “quantidade de movimento”, é só prestar atenção na linguagem delas. Qual a criança ou o adolescente que não fala no “impulso que eu dei na bola”, na “força com que o carro bateu”? Na pesquisa de CARVALHO procurou-se detectar se a quantidade de movimento, que é uma grandeza física forma-se espontaneamente ou não, no pensamento da criança/adolescente e, ainda, se a noção de quantidade de movimento forma-se de modo entrelaçado com a de sua conservação. Dentre os instrumentos utilizados, merecem destaque as situações experimentais a que as crianças foram submetidas, para a verificação do desenvolvimento de seus pensamentos. A pesquisa atingiu alguns objetivos importantes: a constatação de que a expressão “quantidade de movimento” não faz parte do vocabulário das crianças. Elas utilizam para as suas explicações a palavra “impulso” que fisicamente se relaciona com a grandeza física quantidade de movimento. O ensino proposto pela pesquisa tinha por meta a construção de um conhecimento pelos alunos, a Dinâmica⁷, a partir de seus esquemas conceituais, permitiria interpretar dados prévios e novos dados, receber informações e transformá-las em conhecimento. Ocorre que as situações utilizadas para que as crianças expressassem suas idéias, não foram tiradas do cotidiano delas, pois foram propostas relacionadas a experimentos específicos e didáticos no interior de um laboratório de Ciências. Não se partiu da realidade das crianças, daquilo que vivenciam no dia a dia. Mas, trata-se de uma proposta interessante, que buscou compreender como se formam as concepções espontâneas das crianças.

Por outro lado, a pesquisa ora examinada mostra, ainda que de forma indireta, a dificuldade em estabelecer-se a relação entre as concepções prévias dos alunos e o conhecimento científico. Tal dificuldade pode ser destacada em OSTERMANN et al (1998), que apresentaram uma revisão da literatura sobre a linha de pesquisa “Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio”. Consultaram artigos em revistas, livros didáticos, dissertações, teses, projetos e material da internet que abordavam essa questão. Os autores constataram que a Física Moderna, na opinião de muitos professores, foi considerada conceitualmente difícil e abstrata, mas, resultados de pesquisa em ensino de Física têm

⁷ Parte da Mecânica que estuda os movimentos dos corpos bem como as suas causas.

mostrado que, além da Física Clássica⁸ ser também abstrata, os estudantes apresentam sérias dificuldades conceituais para compreendê-la. A pesquisa constatou também a escassez de trabalhos sobre concepções alternativas de estudantes acerca de tópicos de Física Moderna e Contemporânea, bem como pesquisas que relatam propostas testadas em sala de aula com apresentação de resultados de aprendizagem. Em alguns livros didáticos, no nível de ensino médio que foram analisados na referida pesquisa, constatou-se que os tópicos de Física Moderna são pouco abordados, o que pode explicar porque muitos professores não trabalham esses tópicos em suas aulas, considerando que muitos utilizam o livro didático na íntegra.

Os dados sobre o ensino de Física no nível médio indicam, mais uma vez a relevância de pesquisa aqui dissertada, pois com ela busca-se um ensino de Física que seja significativo para o aluno e que o envolva no processo ensino-aprendizagem, utilizando-se da bagagem cultural que ele traz para a sala de aula. Nesse sentido, o trabalho de MOREIRA et al.(1997) sobre as “Representações Mentais dos Alunos em Mecânica Clássica”, fornece indicadores de que os alunos, efetivamente, constroem modelos mentais para explicarem os fenômenos à sua volta.

MOREIRA(1997), realizou um estudo com estudantes universitários, os quais foram observados durante dois semestres letivos do ano de 1996 com a finalidade de se determinar o tipo de representação mental que eles teriam utilizado durante o curso, quando resolviam os problemas e as questões propostas nas tarefas instrucionais.

Assim como os físicos constroem modelos da natureza, os alunos também constroem seus modelos. Mas são modelos mentais, modelos que as pessoas constroem para representar estados de coisas físicas. A questão para MOREIRA (1997), era buscar respostas sobre o tipo de representação mental que os alunos do curso de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul utilizam, quando estão aprendendo Física Geral I na área de mecânica clássica, em situação de sala de aula. Importa destacar o resultado obtido por MOREIRA, pois ele reflete o mesmo perfil do aluno de ensino médio resultante da prática docente em um ensino tradicional, conforme o que se observou na pesquisa ora dissertada. Os resultados da pesquisa com estudantes universitários mostram a dificuldade de se identificar modelos mentais, pois são representações internas do indivíduo. Por outro lado, todos os alunos operam cognitivamente com modelos mentais. Nas aulas de Física qualquer aluno os constrói ou já os tem construído para as situações físicas que lhe são propostas.

⁸ Também denominada de Física da Idade Média que tinha uma visão mecanicista do universo. É a Física que perdurou até meados do século XIX.

Observa-se que os alunos, segundo a pesquisa de MOREIRA, possuem ou constroem modelos mentais sobre os fenômenos e as situações físicas, utilizando-os como recurso explicativo. Mostram também a aproximação desses modelos com o conhecimento cientificamente aceito. A pesquisa descreve três tipos de representações: as proposicionalistas, as modelizadores proposiocinalistas e as modelizadores imagísticos. Referem-se à forma como os alunos trabalham, cognitivamente. De modo sintético, pode-se dizer que: alunos representantes dos Proposicionalistas são aqueles que trabalham a maioria dos conceitos estudados usando proposições isoladas, não relacionadas a modelos, não interligando conceitos e/ou aspectos da matéria. São estudantes que até sabem as fórmulas de Física a serem usadas na resolução dos problemas, mas não conseguem articulá-las e se utilizam de cópias do livro-texto. Nesta caracterização, tem-se a maior parte dos alunos, aqueles que se utilizam da memorização “decoreba” nas avaliações.

Os representantes dos Modelizadores Proposicionalistas são aqueles alunos que parecem trabalhar com modelos mentais proposicionais, ou seja, regras articuladas em modelos mentais, interligando diferentes conceitos e aspectos da disciplina. Também fazem uso freqüente de fórmulas e definições para responder as questões de Física, mas esta atitude não parece ser uma mera manipulação de fórmulas, aparentemente este estudante consegue “dar significado” a elas. São aqueles alunos que embora possam decorar as fórmulas, entendem o que estão fazendo, bem como os conceitos e as Leis da Física. Os últimos, de acordo com a classificação de MOREIRA, são os representantes dos Modelizadores Imagísticos, aqueles alunos que se utilizavam das imagens. Resolvem problemas sem dificuldade, parecem ter uma compreensão prévia dos mesmos antes de resolvê-los e analisam os resultados obtidos. Conseguem explicar e prever corretamente as situações físicas apresentadas. Este tipo de aluno, responde, de maneira singular, as questões, usando suas palavras, sem fazer cópia do livro-texto. Faz uso de conceitos físicos nas respostas e, sempre que pode, cita exemplos e cria desenhos para explicar. O autor da pesquisa destaca que estas caracterizações têm compromisso apenas com a funcionalidade e, certamente, nas aulas de Física, qualquer aluno lança mão delas para responder às situações da Física que lhe são propostas. Conforme a pesquisa, quando se afirma que os alunos modelizadores são capazes de uma aprendizagem mais significativa, quer dizer que eles formam modelos mentais mais elaborados, com algum poder explicativo e prático, além de alguma congruência com o conhecimento cientificamente aceito. Segundo Moreira (1998), os professores de Física devem fazer com que os seus alunos alcancem à última caracterização, porém, o como fazê-lo não está entre os objetivos da sua pesquisa.

As conclusões de MOREIRA estão entre as motivações para a realização do presente trabalho, pois observa-se uma “lacuna” que corresponde exatamente ao tratamento reflexivo que ora apresentamos. Uma vez que os alunos constroem os seus modelos, a partir de seus conhecimentos prévios, por que não partir desse ponto para iniciar o processo de ensino-aprendizagem? Pesquisas comprovam que os alunos constroem os seus modelos, mas elas não mostram resultados de sala de aula, quanto à utilização desses modelos no processo de ensino-aprendizagem. Ou seja, são apenas sugestões.

O trabalho de PEDROSA DE JESUS (1991) apresenta os resultados de uma investigação realizada em salas de aula de ciências (Física e Química), em Portugal. Colaboraram na pesquisa treze professores profissionalizados e experientes numa primeira fase e, onze professores estagiários do curso de Licenciatura em Física e Química da Universidade de Aveiro, numa segunda fase. Para a análise do nível cognitivo dos alunos e da função das respostas às perguntas escritas dos estudantes, foram consideradas: uma amostra de quatorze turmas, sessenta e três aulas, trezentos e oitenta e dois alunos e um mil, novecentas e trinta e uma perguntas. Os tópicos estudados foram: temperatura, energia e calor e a Estrutura Atômica.

A pesquisa consistia em fazer com que os alunos fizessem por escrito, perguntas a respeito do conteúdo desenvolvido na aula, objetivando o conhecimento prévio, por parte do professor, das concepções, idéias e crenças dos alunos. Era conhecida a dificuldade de, em condições normais de sala de aula, identificar as idéias de cada aluno ou as que são comuns a grupos de alunos. Pretendia-se mostrar como é possível aos professores, pelo estímulo à formulação de perguntas por parte dos alunos, identificar dificuldades de aprendizagem, modelos e/ou concepções dos seus alunos, em momentos específicos da aula.

A investigação mostrou que o fato de os alunos serem solicitados a formular perguntas contribui para estimular as suas capacidades de pensar e, deste modo, as questões formuladas podem revelar tanto as suas idéias como os esquemas de raciocínio utilizados. Acredita-se que tal estratégia de ensino faz com que os alunos pensem, possibilitando identificar as suas idéias. Porém, percebe-se que colocando o aluno numa situação de conflito cognitivo, na qual o professor participa, ouvindo as explicações do aluno, argumentando e debatendo com ele, consegue-se resultados mais positivos, do que analisar o que escreveram.

A partir das perguntas escritas dos alunos, os professores deveriam responder, porém, encaminhando tais respostas para a aula seguinte. Aos professores estagiários, pretendia-se verificar como utilizariam o método implementado pelos professores com experiência, como

iriam analisar a informação contida nas perguntas, como organizariam as aulas seguintes, tendo em conta as dificuldades, as concepções e idéias identificadas. De fato, o método utilizado neste estudo mostrou ser um processo que permite a exteriorização das dúvidas e incertezas dos estudantes. Permitiu inferir que os alunos esforçavam-se para organizar o seu conhecimento. Além disto, o método descrito no trabalho mostrou-se viável quanto à sua execução pelos professores. É também uma preocupação desta pesquisa, que a operacionalização das propostas seja acessível ao professor nas diversas realidades educacionais.

O trabalho apresentou algumas conquistas como a apreciação dos alunos pelo interesse com que o professor passou a olhar para os seus problemas, o maior envolvimento coletivo de professores e alunos, aumentando a sua interação. São resultados também previsíveis da pesquisa aqui dissertada, mesmo não adotando a mesma estratégia de ensino, com as perguntas escritas dos alunos. Contudo, o principal objetivo é a contribuição para o desenvolvimento de processos de ensino centrados na participação e na expressão do aluno.

Uma outra preocupação do autor desta dissertação é despertar o interesse dos alunos para estudar Física no ensino médio. Segundo SANTOS et.al (2002) o problema enfrentado pelos professores de Física, não só no Brasil, mas segundo se constatou no Encontro “Teaching Physics, a European Confrontation” realizado em junho de 2002 no Centre de Physique des Houches em França, organizado pela Sociedade Francesa de Física, vários países da Europa enfrentam o mesmo problema. O referido evento, que contou com a participação de professores e investigadores de Física de vinte e três (23) países da Europa, teve como principais objetivos, o confronto, a análise e a discussão da organização curricular nos vários países europeus. Dos vários estudos já efetuados em diversos países, sobre como envolver e motivar mais alunos para a Física, identificaram-se orientações comuns, tais como a diversificação das estratégias e metodologias no ensino da Física, atribuição de maior importância à aprendizagem prática e experimental, promoção de um ensino da Física, tendo por base as situações do dia a dia e introdução no ensino de conceitos da Física do século XX.

Vale ressaltar a pertinência e a contemporaneidade desta pesquisa, pois, reflexões acerca do ensino de Física no nível médio é preocupação de muitos países.

Um dos ramos mais complexos de se trabalhar, utilizando-se dos conhecimentos prévios dos alunos, é o apresentado por GOULART et al (1989) que estudaram as representações espontâneas de crianças sobre os fenômenos relativos à luz e seus modelos de visão. Resultados mostram que os alunos têm concepções semelhantes às encontradas na

literatura, percebendo-se também que estes vêem o fenômeno da reflexão no espelho e a visão, como fenômenos separados.

Também GIRCOREANO (1998), afirma que os estudantes têm um modelo de luz e visão diferente do modelo científico. Sua pesquisa propõe uma sequência de atividades de sala de aula com o objetivo de colocar em discussão as concepções espontâneas dos estudantes e possibilitar a mudança conceitual. O conceito de imagem e a função do olho para a visão são discutidos com uma abordagem que caracteriza a luz e sua interação com os objetos. Uma pesquisa mais recente sobre o mesmo tema, é a apresentada por FAUSTINO (2000) que fez um levantamento das dificuldades mais gerais ligadas à compreensão de conceitos da Óptica por alunos da segunda série do ensino médio. Essa pesquisa trata das concepções espontâneas sobre o processo de formação de imagem num dispositivo óptico chamado câmara escura⁹. Este dispositivo fornece alguns dos elementos básicos para a compreensão do processo de formação de imagens bem como a utilização do modelo físico para a luz e para o processo da visão. Os sujeitos dessa pesquisa foram alunos da segunda série do ensino médio de Escolas Estaduais do estado de São Paulo. Por meio de um questionário, chegou-se às concepções do senso comum que permitiram compreender as dificuldades dos alunos e fornecer subsídios para a sala de aula. Infelizmente, a pesquisa envolveu somente esse teste sem fornecer indícios de sua eficiência nas salas de aulas. Por meio desta pesquisa foi possível identificar as concepções dos alunos e levantar as possibilidades da sua, utilização como subsídio para o ensino de Física.

A influência do meio nas concepções alternativas (ou espontâneas) do aluno. Foram estudadas por FONSECA (1996) que desenvolveu um trabalho com alunos do primeiro ano do curso de Edificações da Escola Técnica Federal de Mato Grosso, aplicando testes visando encontrar elementos motivadores da aprendizagem do aluno quanto aos conceitos de Física. O trabalho foi desenvolvido utilizando uma metodologia de aprendizagem, com base nas implicações da influência do meio sobre essas alterações de concepções alternativas do aluno, segundo a teoria de Piaget. Os resultados deste trabalho demonstraram como os alunos de cursos técnicos, assimilam melhor os conceitos de Física quando interagindo com um meio profissionalizante, sugerindo alternativas metodológicas para o seu aproveitamento adequado nas obras (construção civil) e em aulas técnicas em cursos daquela área. A citação dessa

⁹ Denomina-se câmara escura toda caixa de paredes opacas com um pequeno orifício pelo qual penetram os raios luminosos provenientes de uma fonte de luz. Esses raios atravessam o orifício e atingem a parede oposta formando uma imagem invertida do objeto. O fenômeno descrito é a base de funcionamento das câmaras fotográficas.

pesquisa, que não se relaciona com as concepções espontâneas dos alunos, teve o intuito de constatar que o meio influencia no desempenho dos alunos. Considerando-se que a escola envolvida nesta pesquisa é técnica, mostra-se que há possibilidades de se realizar pesquisas com esse enfoque.

Todas as pesquisas sobre as concepções espontâneas citadas anteriormente, oferecem uma rica contribuição para o objeto desta pesquisa, e, mostram o valor enriquecedor de se utilizar esses conhecimentos que os alunos trazem para a sala de aula como um auxílio no processo de ensino-aprendizagem nesse nível médio. Cada uma dessas pesquisas analisa a utilização dos pré-saberes dos alunos sob um enfoque diferenciado. Como esse procedimento efetivamente apresenta características de uma estratégia de ensino inovadora frente ao ensino tradicional que se pratica, com resultados de aprendizagem, será demonstrado no capítulo seguinte.

A Conclusão

De acordo com o que foi apresentado neste trabalho, o ensino de Física no ensino médio necessita de mudanças urgentes e, deveria ser prioridade de estudo por parte dos educadores. Os alunos apresentam muitas dificuldades em entender o que se está ensinando, devido a vários fatores, entre eles a descontextualização e a ação de práticas pedagógicas que não produzem resultados em termos de aprendizagem.

É desnecessário argumentar em favor de modificações na prática pedagógica das aulas de Física no ensino médio, pois as dificuldades de aprendizagem por parte dos alunos são evidentes.

Constatou-se que há pesquisas, desenvolvidas no Brasil, relacionadas ao ensino de Física, mas a maioria delas envolve o conhecimento da gênese dos conceitos das grandezas físicas. As pesquisas relacionadas às concepções espontâneas dos alunos a respeito de fenômenos físicos, tratam de conceitos isolados, e, não apresentaram resultados efetivos na sala de aula. Assim não é possível saber quais seriam as implicações pedagógicas dessas propostas educativas, se aplicadas numa sala de aula, objetivando melhorar a aprendizagem dos alunos.

Por meio da observação e da reflexão sobre a prática educativa nas aulas de Física do ensino médio, constatou-se que para haver um ensino efetivo, não se pode ignorar a bagagem cultural que os alunos trazem para a escola antes do ensino formal, sob o risco de tais conhecimentos ficarem superpostos. Por isto, cabe ao professor a tarefa de aproveitar os conhecimentos que os alunos já têm para incorporá-los no processo de ensino dos conceitos científicos.

Esta pesquisa mostrou essa possibilidade, cabendo ao professor adequá-la à sua realidade educacional e aos seus princípios pedagógicos.

É importante destacar as mudanças que ocorrem nos alunos e também no professor, principalmente quando o aluno se transforma num agente ativo e sujeito de seu próprio

aprendizado. Nas palavras de Paulo Freire: “mudar é difícil, mas é possível...”(FREIRE, 1996,p.88).

Os resultados obtidos mostram-se promissores, pois se conseguiu demonstrar que, antes de se ensinar um novo conhecimento, é necessário trabalhar com os conhecimentos que os alunos já trazem da vida cotidiana, para que o novo possa ser assimilado. Ao propor situações de conflito cognitivo, como os Pré e Pós-Teste e a atividade experimental demonstrada nesta pesquisa, o aluno se sente perturbado diante dessas situações e, busca um equilíbrio com os conhecimentos que já possuía, seguindo num ritmo que é próprio de cada um, modificando ou remodelando por meio do diálogo as suas idéias prévias. Parafraseando SILVA (1990:53):

por isso, o conhecimento não é um amontoado de idéias ou fatos, mas sim,um conjunto de pontes e caminhos construídos pelo sujeito, a sua maneira, que este percorre ou modifica ao interagir com o objeto, dependendo da intensidade e do momento da interação, que venha a ter.

O formato expositivo das aulas a que os alunos da primeira série B do ensino médio da escola pesquisada foram submetidos implica uma aprendizagem passiva, que os faz habituar-se a receber conhecimentos não gerados por eles. Isso explica o seu desempenho, principalmente no Pós-Teste, que foi menor do que o dos estudantes da primeira série E. Esses, além de participarem das aulas em que discutiam as suas respostas no Pré-Teste, participaram de aulas problematizadoras e fundamentadas no diálogo. Essas aulas os colocaram numa posição diferenciada diante do conhecimento científico, pois a sua participação era fundamental e, diante da atividade experimental proposta puderam duvidar das suas próprias idéias, foram sujeitos na construção do seu conhecimento. Como consequência dessas aulas, de um ensino contextualizado, que valoriza as idéias dos alunos como contribuições no processo de ensino-aprendizagem, atingiram no Pós-Teste, resultados otimistas, que confirmam as hipóteses levantadas nesta pesquisa. Estes alunos apresentaram resultados, no mínimo satisfatórios, na assimilação do conceito de pressão, nas três últimas questões do Pós-Teste, demonstrando assim, a pertinência desta pesquisa, para o ensino de Física nesse nível.

Deixa-se claro que existem lacunas a serem preenchidas no ensino das Ciências, como as necessidades na formação do professor, que envolvem desde o conhecimento da matéria, até a orientação dos trabalhos dos alunos na sala de aula. Deve-se citar também a necessidade de adequar-se à estrutura das escolas para se ministrar essas aulas, que exigem materiais

didáticos e espaço físico, ou seja, um laboratório. Adequar as escolas não implica aumento de custos, pois como se mencionou neste trabalho, dentre as várias pesquisas nesta área, a questão do uso de materiais de baixo custo nas atividades experimentais, revela-se uma alternativa para o ensino de ciências. O que se quer dizer é que, os professores de Ciências, a partir de reflexões na própria prática docente, devem buscar caminhos para o ensino de Ciências e de Física, que são decisivos não só na formação científica de nossas crianças e adolescente, mas para a formação de futuros cidadãos.

Tem-se a certeza de ter aberto um caminho para que educadores do ensino de Física no ensino médio reflitam sobre a própria prática educativa e, acreditem que existem alternativas que podem se transformar em soluções.

BIBLIOGRAFIA

- ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. *Uma abordagem Piagetiana para o ensino de flutuação dos corpos*. São Paulo: Faculdade de Educação, 1988.
- ALVES, Rubem. *Filosofia da Ciência. Introdução ao Jogo e suas Regras*. São Paulo: Brasiliense, 1993.
- _____. *Conversas com quem gosta de ensinar*. São Paulo: Cortez, 1984.
- _____. "Uma escola dos sonhos". *EDUCAÇÃO*, 74 (junho 2003): 54-56.
- AMALDI, U. *Imagens da Física*. São Paulo: Scipione, 1995.
- ANTUNES, Celso. *Vygotsky, quem diria! ? Em minha sala de aula*. Fascículo 12, 2ª Edição, Petrópolis: Vozes, 2002.
- _____. *Como transformar informações em conhecimento*. Fascículo 2, 2ª Edição, Petrópolis: Vozes, 2002.
- BEN-DOV, Yoav. *Convite à Física*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1996.
- BONJORNO, Regina Azenha et al. *Física Completa*. 2ª Edição, São Paulo: FTD, 2001.
- BONJORNO, José Roberto et al. *Física: História & Cotidiano*. Volume único. São Paulo: FTD, 2004.
- BRANDÃO, Carlos Rodrigues. *O que é Método Paulo Freire*. 18ª Edição, São Paulo: Brasiliense, 1981.
- BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- CACHAPUZ, A., PRAIA, J., JORGE, M. *Ciência, Educação em Ciências e Ensino e Ensino de Ciências*. Temas de Investigação, nº26. Lisboa, 2002.
- CARRAHER, Terezinha Nunes. *O Método Clínico: usando os exames de Piaget*. 5ª Edição, São Paulo: Cortez, 1998.
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. *Física: Proposta para um Ensino Construtivista*. São Paulo: EPU, 1989.
- CARVALHO, A.M.P.de. GIL-PÉREZ, Daniel. *Formação de Professores de Ciências: tendências e inovações*. São Paulo: Cortez, 2000.

- CHASSOT, Attico. *A Ciência através dos tempos*. São Paulo: Moderna, 1994.
- CAMARGO, E.P. *Um estudo das concepções alternativas sobre repouso e movimento de pessoas cegas*. Dissertação de Mestrado. Bauru, SP, 2000.
- CANIATO, Rodolpho. *Com ciência na educação: ideário e prática de uma alternativa brasileira para o ensino da ciência*. Campinas, SP: Papirus, 1987.
- _____. *O Céu*. 2ª Edição. São Paulo: Ática, 1993.
- CAPRA, Fritjof. O ponto de mutação: a ciência, a sociedade e a cultura emergente. Trad. Álvaro Cabral. São Paulo: Cultrix, 1982.
- CARRON, Wilson. GUIMARÃES, Osvaldo. *Física*. 2ª Edição, São Paulo: Moderna, 2003.
- CASTRO, Amélia Domingues de. *Piaget e a Pré-Escola*. 3ª Edição. São Paulo: Pioneira, 1986.
- COLL, C. e outros. *O construtivismo em sala de aula*. São Paulo: Ática, 1998.
- D'AVILA, A.R.L. Utilização de materiais de baixo custo no Ensino de Física. Monografia para obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências e Matemática-Área de Concentração-Física. Bauru, Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", 1999. <http://www.fc.unesp.br/experimentosdefisica/monografia.htm>. 17 de dez.2004.
- DELIZOICOV, Demétrio. ANGOTTI, José A. *Metodologia do Ensino de Ciências*. 2ª Edição, São Paulo: Cortez, 1994.
- DELVAL, Juan. *Aprender a Aprender*. Campinas, SP: Papirus, 1997.
- DIMENSTEIN, Gilberto. ALVES, Rubem. *Fomos Maus Alunos*. 4ª Edição, Campinas, SP: Papirus, 2003.
- EINSTEIN, Albert. *Notas Autobiográficas*. 2ª Edição, Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1982.
- _____. *O Pensamento Vivo de Einstein*. Edição Ilustrada, São Paulo: Martin Claret, 1984.
- FAUSTINO, Maria de Fátima. *As Concepções Espontâneas sobre Luz, Visão e Imagem: Caso da Câmara Escura*. Dissertação de Mestrado. São Paulo, Universidade de São Paulo, 2000.
- FONSECA, João B.B.D. *Ensino de Conceitos de Física: Análise de uma experiência pedagógica com estudantes de um curso profissionalizante*. Dissertação de Mestrado. Mato Grosso, Universidade Federal de Mato Grosso, 1996.

FREIRE, Paulo. *Professora Sim, Tia Não: cartas a quem ousa ensinar*. 6ª Edição, São Paulo: Editora Olho D'Água, 1995.

_____. *Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

_____. *Pedagogia do Oprimido*. 37ª Edição, São Paulo: Paz e Terra, 2003.

_____. *Educação como Prática da Liberdade*. 8ª Edição, Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1978.

GASPAR, Alberto. *Experiências de Ciências para o 1º Grau*. São Paulo: Ática, 1992.

GENTILE, P., BENCINI, R. “Para aprender (e desenvolver) competências”. ESCOLA, 135 (set.2000):12-17.

GIRCOREANO, José Paulo. O Ensino da Óptica e as Concepções sobre Luz e Visão. Dissertação de Mestrado. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1998.

GLEISER, Marcelo. São Paulo, *Folha de São Paulo*; 2001, *Mais*.

GONSALVES, Elisa Pereira. *Conversas sobre iniciação à pesquisa científica*. 3ª Edição, Campinas, SP: Editora Alínea, 2003.

GOULART, S.M., DIAS, E. G. N., BARROS, S.L.de S. *Conceitos espontâneos de crianças sobre fenômenos relativos à luz: análise qualitativa*. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.6, nº1, p.9-12, 1989.

GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física) *Física*. Volume 1. São Paulo: Edusp, 1993.

HAZEN, Robert M. TREFIL, James. *Saber Ciência*. São Paulo: Cultura Editores Associados, 1995.

INHELDER, Barbel. PIAGET, Jean. *Da Lógica da Criança à Lógica do Adolescente*. São Paulo: Pioneira, 1976.

JACOBINI, Maria Letícia de Paiva. *Metodologia do Trabalho Acadêmico*. 2ª Edição, Campinas, SP: Alínea Editora, 2003.

KRASILCHIK, Myriam. *O Professor e o currículo das ciências*. São Paulo: EPU, 1987.

KRAUSS, Lawrence Maxwell. *Sem Medo da Física: um guia para você não ficar perdido no espaço*. Rio de Janeiro: Campus, 1995.

- LABURU, C.E. *Desenvolvimento e Aprendizagem do conceito de aceleração em adolescentes*. Dissertação de Mestrado. São Paulo, Instituto de Física, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1987.
- LAKATOS, Eva Maria. MARCONI, Marina de Andrade. *Metodologia Científica*. São Paulo: Atlas, 1986.
- LAVILLE, C., DIONNE, J. *A Construção do Saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.
- LEMBO, John M. *Por que falham os professores*. São Paulo: EPU, 1975.
- LUCKESI, Cipriano Carlos. *Filosofia da Educação*. São Paulo: Cortez, 1994.
- LUDKE, Menga. ANDRÉ, Marli E. D. A. *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. São Paulo: EPU, 1986.
- LUZ, A.M.R. da. ÁLVARES, B.A. *Física: para o ensino médio*. São Paulo: Scipione, 2003.
- MARTINS, Roberto de Andrade. *O Universo: teorias sobre sua origem e evolução*. São Paulo: Moderna, 1994.
- MENEZES, Luiz Carlos de. *Vale a pena ser Físico?* São Paulo: Moderna, 1988.
- _____. “Aulas de tirar o fôlego”. *ESCOLA*, 143 (julho 2001):18-24.
- MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. *Ensino: as abordagens do processo*. São Paulo: EPU, 1986.
- MOREIRA, M.A., LAGRECA, M.C.B. *Representações Mentais dos alunos em Mecânica Clássica: Três Casos*. Dissertação de Mestrado. Rio Grande do Sul, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997. <http://www.sbfisica.org.br/rbef/vol.21/num1>, 10 de set. 2004.
- MORIN, Edgar. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. 2ª Edição, São Paulo: Cortez, Brasília, DF: UNESCO, 2000.
- _____. “A escola mata a curiosidade”. *ESCOLA*, 168 (dez. 2003):20-22.
- MOURA, Manuel. *O Pensamento de Paulo Freire: uma revolução na educação*. Lisboa: Multinova, 1978.
- NARDI, Roberto (org). *Pesquisas no ensino de Física*. São Paulo: Escrituras Editora, 1998.
- _____. *Questões atuais no Ensino de Ciências*. São Paulo: Escrituras, 1998.

- _____. *Campo de Força: subsídios históricos e psicogenéticos para a construção do ensino desse conceito*. São Paulo: Faculdade de Educação, 1991.
- NÉRICI, Imídeo Giuseppe. *Didática Geral Dinâmica*. 9ª Edição, São Paulo: Atlas, 1983.
- NUSSENZVEIG, H.M. *Curso de Física Básica: 1 Mecânica*. 2ª Edição, São Paulo: Edgard Blucher, 1981.
- OKUNO, E. CALDAS, I.L. CHOW, Cecil. *Física para Ciências Biológicas e Biomédicas*. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1982.
- OSADA, Jun'ichi. *Evolução das idéias da física*. São Paulo: Edgard Blucher, Ed. Da Universidade de São Paulo, 1972.
- OSTERMANN, F., MOREIRA, M.A. *Uma Revisão Bibliográfica sobre a área de pesquisa "Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio"*. Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. <http://www.fisicanet.terra.com.br>. 19 de set.2004.
- PANTANO FILHO, Rubens. *Física Experimental: como ensinar, como aprender*. Campinas, SP: Papirus, 1987.
- PARANÁ. *Física*. 6ª Edição, São Paulo: Ática, 2003.
- PEDROSA DE JESUS, Maria H. T. *II Congresso Internacional sobre Formação de Professores nos países de língua e expressão Portuguesas*. Porto Alegre, 1997.
- PENA-VEGA, Alfredo [Orgs.]. *Edgar Morin: Ética, Cultura e Educação*. São Paulo: Cortez, 2001.
- PEREIRA, Iêda L.L. HANNAS, Maria L. *Educação com Consciência: Fundamentos para uma nova abordagem pedagógica*. Vol.I, São Paulo: Editora Gente, 2000.
- PERRENOUD, Phillipe. *10 novas competências para ensinar*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.
- RANGEL, Annamaria Píffero. *Construtivismo: Apontando falsas verdades*. Porto Alegre: Mediação, 2002.
- RIOS, Terezinha Azeredo. *Compreender e ensinar: por uma docência da melhor qualidade*. 3ª Edição, São Paulo: Cortez, 2002.
- ROMÃO, José Eustáquio. *Pedagogia Dialógica*. Biblioteca Freiriana 1, Instituto Paulo Freire, São Paulo: Cortez, 2002.
- RONCA, A.C.C. ESCOBAR, V.F. *Técnicas Pedagógicas: Domesticação ou Desafio à Participação?* 2ª Edição, Petrópolis: Vozes, 1982.

- RIVAL, Michel. *Os Grandes Experimentos Científicos*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1997.
- ROSA, Sanny S. da. *Construtivismo e Mudança*. 8ª Edição, São Paulo: Cortez, 2002.
- ROSMORDUC, Jean. *Uma História da Física e da Química: de Tales a Einstein*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1988.
- RUIZ, João Álvaro. *Metodologia Científica: guia para eficiência nos estudos*. 3ª Edição, São Paulo: Atlas, 1991.
- SANT'ANNA, I.M. MENEGOLLA, M. *Didática: Aprender a Ensinar*. 6ª Edição, São Paulo: Edições Loyola, 2000.
- SANTOS, G.T. dos. , ROSSI, G., JARDILINO, J.R.L. *Orientações Metodológicas para Elaboração de Trabalhos Acadêmicos*. 2ª Edição, São Paulo: Gion Editora e Publicidade, 2000.
- SANTOS, Graça. FIOLHAIS, Manuel. *Estratégias na Europa para o ensino da Física. Sociedade Francesa de Física*. França, 2002.
- SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. *A Escola de cara nova: sala ambiente*. São Paulo: SE/CENP, 1997.
- SÃO PAULO, Governo do Estado de. *Regimento Comum das Escolas Técnicas do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza*. São Paulo: Coordenadoria de Ensino Técnico, 1999.
- SEVERINO, Antonio Joaquim. *Metodologia do trabalho científico*. 19ª Edição, São Paulo: Cortez, 1993.
- SILVA, Teresinha Maria Nelli. *A construção do currículo na sala de aula: o professor como pesquisador*. São Paulo: EPU, 1990.
- SILVA, Dirceu da. *O ensino construtivista da velocidade angular*. São Paulo: Faculdade de Educação, 1990.
- TAPIA, J.A. FITA, E.C. *A motivação em sala de aula: o que é, como se faz*. 3ª Edição, São Paulo: Edições Loyola, 2000.
- TEIXEIRA, O.P.B. *Desenvolvimento do conceito de velocidade: Um estudo a partir de questões típicas*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Física, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 1985.
- TERRAZAN, E.A. *Ciência, Conhecimento e Cultura*. Centro de Educação, Rio Grande do Sul, Universidade Federal de Santa Maria, 1997.

- THOMAL, Alberto. *O desafio de pensar sobre o pensar: Aprender a conhecer*. Florianópolis, SC: Sophos, 2001.
- TIPLER, Paul A. Física. 4ª Edição, Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2000. 3 volumes.
- VILLANI, A. Conceptual change in science and science education. *Science Education*, v.76, n.2, p.223-37, 1992.
- WHITE, Michael. *Galileu Galilei*. São Paulo: Globo, 1993.

ANEXO - 01
QUESTIONÁRIO INFORMATIVO

PROGRAMA DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NOVE DE JULHO – UNINOVE
MESTRANDO: JONAS PEREIRA DE SOUZA JÚNIOR

Prezado Professor(a): Gostaria de sua colaboração respondendo o questionário abaixo que se refere à sua formação acadêmica e à sua prática pedagógica no ministério das aulas de Física. Tais informações são sigilosas, não há a necessidade de se identificar, objetivando realizar um levantamento estatístico sobre o ensino de Física nessa escola da cidade de Mogi das Cruzes, constante na minha pesquisa.

01. Atualmente, o Professor leciona em:
- a) Escolas Estaduais ()
 - b) Escolas Particulares ()
 - c) Escolas Estaduais e Escolas Particulares ()
 - d) Ensino Superior ()
02. Possui curso de graduação em:
- a) Engenharia ()
 - b) Matemática ()
 - c) Matemática com Habilitação em Física ()
 - d) Ciências ()
 - e) Ciências com Habilitação Específica em Física ()
 - f) Física ()
03. O curso de graduação foi concluído em Instituição de Ensino Superior:
- a) Particular ()
 - b) Pública ()
 - c) No exterior ()
04. Possui curso de Pós – Graduação a nível de:
- a) Especialização ()
 - b) Mestrado ()
 - c) Doutorado ()
 - d) Não possui ()
05. O curso de Pós-Graduação foi concluído em Instituição de Ensino Superior:
- a) Particular ()
 - b) Pública ()
 - c) No exterior ()
06. Atualmente ministra aulas de Física em escolas:
- a) Estaduais ()

- b) Particulares ()
- c) Estaduais e Particulares ()
- d) Não ministra aulas ()

07. São aulas:

- a) para o Ensino Médio ()
- b) para o Ensino Superior ()
- c) para o Ensino Médio e Ensino Superior ()
- d) Não ministra aulas ()

08. No Ensino Médio, adota:

- a) Livros didáticos ()
- b) Apostilas ()
- c) Nem livros e nem apostilas ()
- d) Livros didáticos e apostilas ()

09. No Ensino Médio, faz com que os alunos:

- a) Leiam revistas científicas ()
- b) Leiam artigos de jornais ()
- c) Leiam livros de ficção científica ()
- d) Leiam livros paradidáticos ()

10. Nas aulas, faz uso de vídeos:

- a) semanalmente ()
- b) mensalmente ()
- c) diariamente ()
- d) semestralmente ()
- e) anualmente ()
- f) Não utiliza ()

11. Nas suas aulas, incentiva os alunos a pesquisarem na Internet?

- a) Sim ()
- b) Não ()
- c) Às vezes, pois tenho dificuldades em trabalhar com esse recurso. ()

12. Se utiliza a Internet, indique o site que mais utiliza: _____

13. No preparo de suas aulas, assinale o(s) livro(s) que utiliza:

- a) Os Fundamentos da Física ()
Editora Moderna – Autores: Ramalho – Nicolau e Toledo
- b) Física ()
Editora Scipione – Autores: Beatriz Alvarenga e Antonio Máximo
- c) Física ()
Editora Ática – Autor: Paraná
- d) Física Completa ()
Editora FTD – Autor: Bonjorno

e) Física ()

Editora Saraiva – Autor: Paulo S. Toledo

f) Se utiliza outros livros diferentes, cite qual (is): _____

14 . Faz demonstrações simples de experimentos na sala de aula?

a) Sim ()

b) Não ()

15. Julga importante para o aluno as demonstrações práticas?

a) Sim ()

b) Não ()

16. Tem dificuldades(habilidades) para realizar demonstrações práticas?

a) Sim ()

b) Não ()

17. Utiliza o laboratório de Física da escola?

a) Sim ()

b) Não ()

18. Julga importante e necessário o laboratório para práticas de aulas experimentais como:

a) Aulas mais atraentes e motivadoras para o aluno ()

b) Aulas mais fáceis de se realizar ()

c) Aulas mais trabalhosas para o professor ()

d) Facilitadoras da aprendizagem do aluno ()

19. Na sua concepção, as aulas práticas devem ser:

a) apenas demonstrativas e realizadas pelo professor na sala de aula ou no laboratório ()

b) Necessariamente realizadas pelos alunos na sala de aula ou no laboratório()

20. A metodologia utilizada nas suas aulas segue alguma teoria de ensino? Algum autor?

Cite: _____

21. Julga importante a prática anual das Feiras de Ciências para o aprendizado do aluno?

a) Sim ()

b) Não ()

22. Tem realizado esforços na sua escola para a realização dessas Feiras de Ciências?

a) Sim ()

b) Não ()

23. É prática educativa nas suas aulas a visita a indústrias, universidades, museus, centros de ciências?
a) Sim ()
b) Não ()
24. Na sua prática pedagógica, o ensino de Física é “contextualizado”?
a) Sim ()
b) Não ()
25. Na sua prática pedagógica, o ensino de Física é “interdisciplinar”?
a) Sim ()
b) Não ()
26. Os conhecimentos que os alunos trazem para a sala de aula, provenientes de sua própria existência vivencial, nas suas aulas de Física, são aproveitados?
a) Sim ()
b) Não ()
27. Estimula os alunos a perguntarem nas suas aulas de Física?
a) Sim ()
b) Não ()
28. O ensino de Física que pratica é “construtivista”?
a) Sim ()
b) Não ()
29. Nas suas aulas de Física, os alunos que apresentam muitas dificuldades de aprendizagem, têm um tratamento específico?
a) Sim ()
b) Não ()
30. Qual é esse tratamento? _____

Muito Obrigado !

ANEXO - 2**PRÉ - TESTE**

PREZADO ALUNO(A) DO PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO DA ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL PRESIDENTE VARGAS: LEIA ATENTAMENTE AS QUESTÕES PROPOSTAS E RESPONDA DE ACORDO COM O QUE VOCÊ ENTENDEU E/OU ACHA QUE É, SEM SE COMUNICAR COM COLEGAS E SEM PERGUNTAR NADA AO PROFESSOR.

01. Pegue um lápis ou uma lapiseira e coloque entre os seus dedos “polegar” e “indicador” comprimindo-os (apertando entre os seus dedos). Observe atentamente o que está fazendo e responda:

a)Apertando o lápis com os seus dedos, o que você sente? Por que isso ocorre?

b)Você sente a mesma coisa nos dois dedos ao apertar o lápis? Explique.

c)Na sua opinião, por que isso acontece?

02. Para cortar um pedaço de pão, utilizamos o lado afiado da faca. Quando uma faca está “cega” (não afiada), é necessário fazer uma força maior para descascar uma laranja, do que quando ela está afiada. Na sua opinião, por que isso ocorre?

03. Seja um copo cheio com suco de acerola. Explique como se consegue beber esse suco através de um canudinho?

ANEXO - 3**PÓS - TESTE**

PREZADO ALUNO(A) DO PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO DA ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL PRESIDENTE VARGAS: LEIA ATENTAMENTE AS QUESTÕES PROPOSTAS E RESPONDA DE ACORDO COM O QUE VOCÊ ENTENDEU E/OU ACHA QUE É, SEM SE COMUNICAR COM COLEGAS E SEM PERGUNTAR NADA AO PROFESSOR.

01. Um automóvel atolou num lamaçal e não conseguia sair de jeito nenhum. Pelas proximidades dessa estrada cheia de lama, surgiu um trator bem mais pesado do que o automóvel, que entrou na lama e empurrou o automóvel para fora da lama. Explique como isso pode ocorrer? Por que o trator não afundou na lama?

02. Considere uma moça que esteja usando sapatos de saltos muito finos e que esteja em pé sobre o assoalho de madeira de uma sala. Se a moça substituir os sapatos por um par de tênis, causará menos estragos nesse assoalho. Como isso pode ocorrer, se o seu peso não muda, quer esteja de sapatos de saltos finos ou de tênis?

03. Vários fabricantes, para facilitar a retirada da tampa dos copos de requeijão e de outros produtos, introduziram um furo no seu centro, selado com plástico. Isso facilita tirar a tampa. Por que isso ocorre?

ANEXO – 4

ESTUDO ESTATÍSTICO DOS RESULTADOS DAS RESPOSTAS NO PRÉ-TESTE

Foi aplicado um questionário contendo três perguntas abertas sobre o conceito de “pressão”, cuja finalidade era investigar as “concepções prévias” dos alunos sobre o tema. As três questões foram selecionadas e extraídas do cotidiano dos alunos, aqui intituladas “situações-problema”.

Apresentam-se Tabelas de Distribuição de Frequências que mostram em termos percentuais as respostas dos alunos relativos a cada questão. Medidas estatísticas, denominadas de Medidas de Posição, como a Média aritmética, a Moda e a Mediana, e Medidas de Dispersão, como a Variância, o Desvio Padrão e o Coeficiente de Variação, tem seus valores discutidos e interpretados.

Para cada questão, realiza-se um confronto dos valores correspondentes a cada classe, com comentários dos resultados. Segue-se também um diagrama, intitulado gráfico de colunas, que fornece uma análise visual e significativa dos resultados.

Nesse Pré-Teste, os alunos responderam as questões, utilizando apenas os conhecimentos que tinham até esse momento. São apresentados e aplicados os métodos estatísticos para cada questão, bem como a visualização gráfica.

A primeira questão é:

QUESTÃO-1- Pegue um lápis ou uma lapiseira e coloque entre os seus dedos “polegar” e “indicador” comprimindo-os (apertando entre os seus dedos). Observe atentamente o que está fazendo e responda:

- Apertando o lápis com os seus dedos, o que você sente? Por que isso ocorre?
- Você sente a mesma coisa nos dois dedos ao apertar o lápis? Explique.
- Na sua opinião, por que isso acontece?

Segue uma legenda para que se possa entender a Tabela de Distribuição de Frequências:

F_i = número de respostas relativas à cada categoria.

F_{ri} = frequência relativa resultante da razão entre F_i e o total “n” de respostas.

$F_{ri}\%$ = frequência relativa percentual.

$F.A.$ = frequência acumulada (crescente)

$F.A.Rel$ = frequência acumulada relativa (crescente).

$F.A.Rel.\%$ = frequência acumulada relativa percentual(crescente).

Categoria-1 – respostas onde não foram identificadas e nem relacionadas as grandezas físicas área, força e pressão.

Categoria-2 – respostas onde foram identificadas algumas das grandezas físicas área, força e pressão, porém sem definição e relações parciais.

Categoria-3 – respostas onde foram identificadas as grandezas físicas área, força e pressão, estabelecendo relações entre elas, porém, sem definição de pressão.

Categoria-4 – respostas onde foram identificadas as grandezas físicas área, força e pressão, com relações corretas e definindo pressão.

Vejamos o que ocorreu com as classes nas Tabelas de Distribuição de Frequências:

CLASSE – 1ºB”:

Respostas-Xi	F_i	F_{ri}	F_{ri}%	F.A.	F.A.Rel.	F.A.Rel.%
Categoria-1	22	0,55	55	22	0,55	55
Categoria-2	08	0,20	20	30	0,75	75
Categoria-3	06	0,15	15	36	0,90	90
Categoria-4	04	0,10	10	40	1,00	100
TOTAL	40	1,00	100			

Observa-se dessa tabela que, vinte e dois alunos, portanto 55% do total de quarenta alunos, concentraram suas respostas na categoria 1. Isso significa que, a maioria dos alunos, não conseguiram identificar e muito menos relacionar grandezas como Força e área, para explicarem o ocorrido com o termo pressão. Utilizaram como argumentos explicativos os conhecimentos empíricos. Observou-se que apenas quatro alunos, portanto 10% do total, conseguiram explicar corretamente utilizando-se do conhecimento científico.

$$\text{MÉDIA ARITMÉTICA: } X = \sum X_i f_i / \sum f_i = 72/40 = 1,8$$

$$\text{MEDIANA: } M_d = 1$$

$$\text{MODA: } M_o = 1$$

As medidas acima indicam que 50% dos alunos apresentaram respostas na categoria 1, sendo nessa categoria de respostas, a maior incidência de alunos.

$$\text{VARIÂNCIA: } S^2 = \sum (x_i - x)^2 / 4 = 6,96/4 = 1,74$$

$$\text{DESVIO-PADRÃO: } S = \sqrt{S^2} = 1,32$$

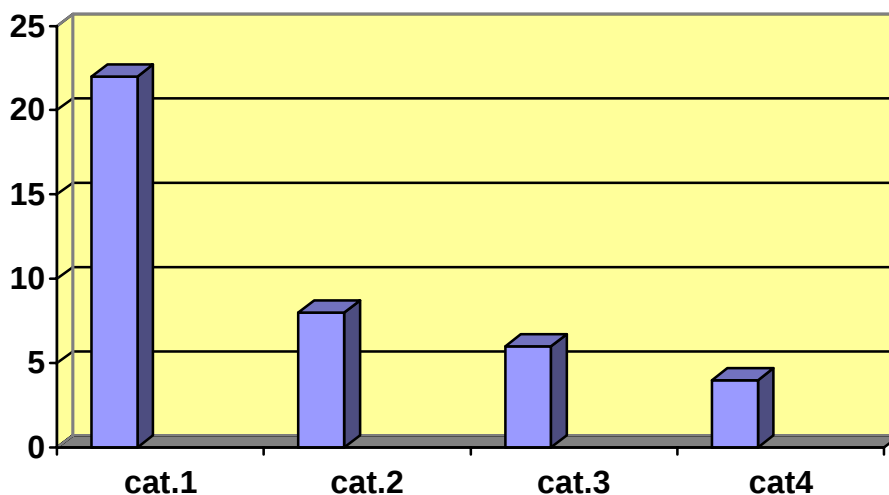
$$\text{COEFICIENTE DE VARIAÇÃO: } CV = S/X (. 100) = 1,32/ 1,8 = 73,33\%$$

Essas medidas indicam que os dados estão muito dispersos; a distribuição de frequência é fortemente heterogênea, devido ao valor muito alto da variância e do desvio padrão. Há concentração apenas em um tipo de respostas, no caso a categoria 1.

Efetuando-se as operações: $X + S = 3,12$ e $X - S = 0,48$ são definidas uma “zona de normalidade”, isto é, onde 68,3% dos casos possíveis, estão concentrados no intervalo:

0,48 e 3,12. Significa que os quatro alunos que apresentaram respostas corretas, estão fora da zona de normalidade para esse grupo de alunos e, exclusivamente nessa questão, não são consideradas normais as suas respostas.

Vejam como fica o gráfico de colunas dessa distribuição:



Analisando agora, as respostas da primeira questão, com a classe do 1º E:

CLASSE – 1ºE”:

Respostas-Xi	F _i	F _{ri}	F _{ri} %	F.A.	F.A.Rel.	F.A.Rel.%
Categoria-1	25	0,625	62,5	25	0,625	62,5
Categoria-2	07	0,175	17,5	32	0,8	80,0
Categoria-3	05	0,125	12,5	37	0,925	92,5
Categoria-4	03	0,075	7,5	40	1,0	100,0
TOTAL	40	1,00	100,0			

Observa-se pela tabela que 25 alunos, que correspondem a 62,5% do total estão incluídos na categoria-1 de respostas. Isso vem demonstrar que nessa classe os resultados foram ainda piores do que no 1ºB. Tudo indica que os alunos desconhecem o conceito de pressão, ou, não conseguiram utilizar nas suas respostas, o conhecimento científico.

MÉDIA ARITMÉTICA: $X = 66/40 = 1,65$

MODA – Mo = 1

MEDIANA – Md = 1

Esses valores implicam que 50% dos alunos desconhecem o conceito de pressão e, suas idéias a respeito dos fenômenos físicos, prevalecem em relação ao conhecimento científico.

$$\text{VARIÂNCIA} - S^2 = 1,97$$

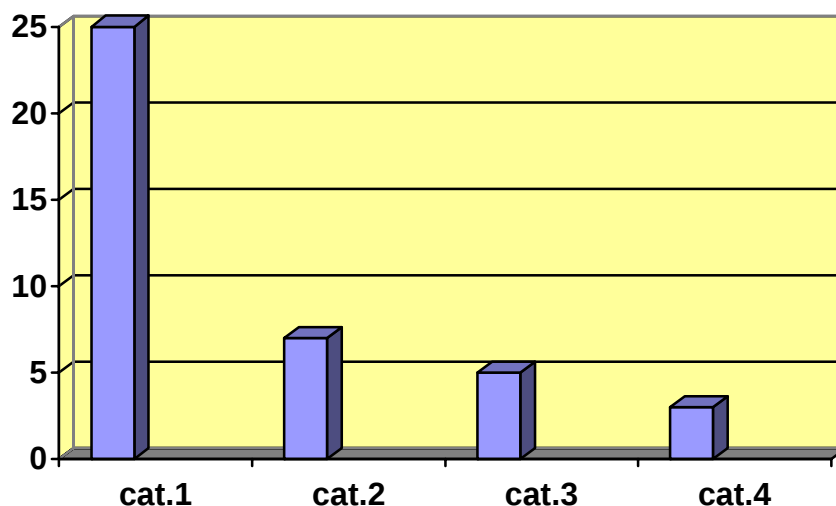
$$\text{DESVIO-PADRÃO} - S = 1,40$$

$$\text{COEFICIENTE DE VARIAÇÃO} - CV = 1,4/1,65 = 84,8\%$$

$$\text{ZONA DE NORMALIDADE} - X + S = 3,05 \text{ e } X - S = 0,25$$

As medidas acima indicam um alto grau de dispersão, ainda maior do que a outra classe. Os três alunos que responderam corretamente a questão 1, nesse grupo de alunos, são considerados fora da zona de normalidade, isto é, suas respostas não são normais, somente nesta situação.

Visualizando no gráfico:



QUESTÃO – 02: Para cortar um pedaço de pão, utilizamos o lado afiado da faca. Quando uma faca está “cega” (não afiada), é necessário fazer uma força maior para descascar uma laranja, do que quando ela está afiada. Na sua opinião, por que isso ocorre?

Segue a tabela de distribuição de frequências das duas classes:

CLASSE – 1ºB”:

Respostas-Xi	F_i	F_{ri}	F_{ri}%	F.A.	F.A.Rel.	F.A.Rel. %
Categoria-1	18	0,45	45,0	18	0,45	45,0
Categoria-2	15	0,375	37,5	33	0,825	82,5
Categoria-3	03	0,075	7,5	36	0,90	90,0
Categoria-4	04	0,10	10	40	1,00	100,0
TOTAL	40	1,00	100			

Pode-se observar pelos resultados que, 18 alunos ainda se mantêm na categoria 1 de respostas, correspondendo a 45% do total de alunos. Houve um aumento de respostas na categoria 2, que identificaram algumas grandezas e conseguiram estabelecer uma relação apenas parcial entre elas, não definindo pressão. Atribui-se o aumento nessa categoria, pela semelhança entre a primeira e a segunda questão, e, por ser uma situação-problema mais do cotidiano dos alunos.

$$\text{MÉDIA ARITMÉTICA} - X = 73/40 = 1,825$$

$$\text{MODA} - Mo = 1$$

$$\text{MEDIANA} - Md = 2$$

Comparando-se os valores da média aritmética e da mediana, constata-se um certo equilíbrio nas respostas dos alunos na categoria 1 e na categoria 2. São 82,5% a concentração de respostas nessas duas categorias, o que vem a provar que ainda os alunos estão longe de utilizarem como argumentos explicativos para os fenômenos, a teoria.

$$\text{VARIÂNCIA} - S^2 = 6,8225/4 = 1,70$$

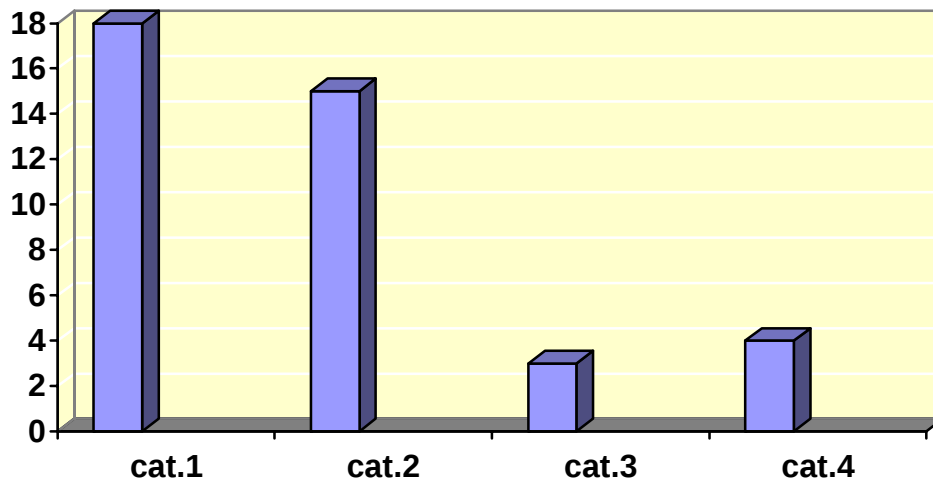
$$\text{DESVIO-PADRÃO} - S = 1,30$$

$$\text{COEFICIENTE DE VARIAÇÃO} - CV = 71,2\%$$

Esse valor de 71,2% para o coeficiente de variação mostra ainda uma forte dispersão nos resultados.

$$\text{ZONA DE NORMALIDADE: } X + S = 3,125 \text{ e } X - S = 0,525$$

Os quatro alunos que responderam corretamente são considerados fora da zona de normalidade nesse grupo de alunos. Isto é, não são respostas comuns nessa circunstância. Vejamos a situação no gráfico:



CLASSE – 1^oE”:

Respostas-Xi	F _i	Fri	Fri%	F.A.	F.A.Rel.	F.A.Rel.%
Categoria-1	20	0,50	50,0	20	0,50	50,0
Categoria-2	05	0,125	12,5	25	0,625	62,5
Categoria-3	06	0,15	15,0	31	0,775	77,5
Categoria-4	09	0,225	22,5	40	1,00	100,0
TOTAL	40	1,00	100,0			

Nesta classe, temos 50% das respostas concentradas na categoria 1, o que mostra que mesmo sendo uma questão mais próxima do cotidiano dos alunos, os mesmos ainda mantêm firme suas idéias espontâneas como base de suas respostas. Mas, tivemos uma incidência de 22,5% dos alunos, respondendo corretamente a questão, que, comparado com a classe do 1^oB, apresentou uma diferença discreta.

$$\text{MÉDIA ARITMÉTICA} - X = 84/40 = 2,1$$

$$\text{MODA} - Mo = 1$$

$$\text{MEDIANA} - Md = 1$$

Os números acima mostram que 50% dos alunos se enquadram na categoria-1 de respostas.

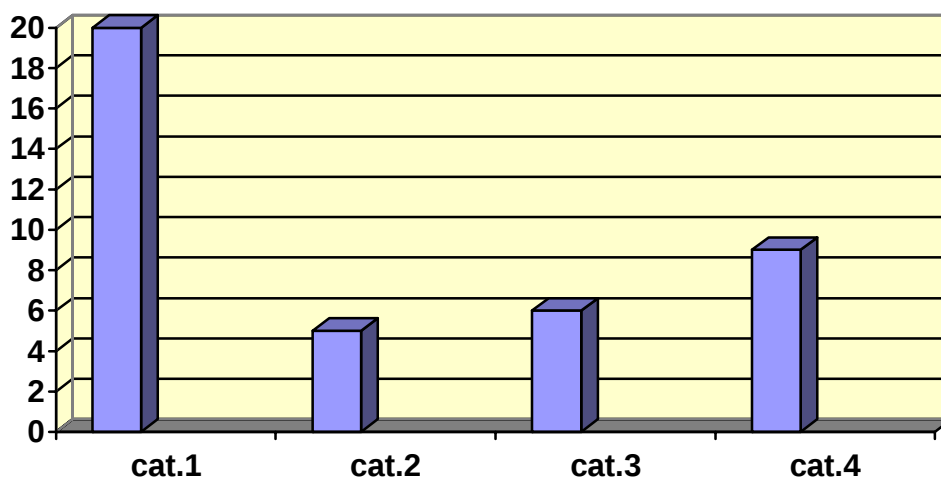
$$\text{VARIÂNCIA} - S^2 = 5,64/4 = 1,41$$

DESVIO-PADRÃO – $S = 1,19$

COEFICIENTE DE VARIAÇÃO - $CV = 1,19/2,1 = 56,66\%$

ZONA DE NORMALIDADE: $X + S = 3,29$ e $X - S = 0,91$

Os nove alunos que responderam certo a questão estão fora da zona de normalidade, suas respostas não são esperadas. Houve uma diminuição no coeficiente de variação mas, mesmo assim, está muito alto, indicando uma forte dispersão nas respostas dos alunos. Vejamos a situação no gráfico:



QUESTÃO-03 – Seja um copo cheio com suco de acerola. Explique como se consegue beber esse suco através de um canudinho?

Construindo a tabela de distribuição de frequências:

CLASSE – 1ºB”:

Respostas-Xi	F _i	F _{ri}	F _{ri} %	F.A.	F.A.Rel.	F.A.Rel.%
Categoria-1	10	0,25	25,0	10	0,25	25,0
Categoria-2	12	0,30	30,0	22	0,55	55,0
Categoria-3	10	0,25	25,0	32	0,80	80,0
Categoria-4	8	0,20	20,0	40	1,00	100,0
TOTAL	40	1,00	100,0			

A tabela mostra nesta questão, resultados diferentes em relação às duas questões anteriores, que foram muito dispersas nos seus valores. A incidência de respostas na

categoria 1, que era muito grande, diminuiu sensivelmente. Vê-se um certo equilíbrio nas três primeiras categorias. 55% do total de alunos, ainda se mantém com respostas parciais e não definindo pressão. Em contrapartida, 25% dos alunos, conseguiram identificar a ação da pressão atmosférica, mas, se baseando ainda nas suas concepções espontâneas. Atribui-se tal resultado à situação-problema bem próxima do cotidiano dos alunos, facilitando a interpretação.

$$\text{MÉDIA ARITMÉTICA} - X = 96/40 = 2,4$$

$$\text{MODA} - Mo = 2$$

$$\text{MEDIANA} - Md = 2$$

As medidas acima indicam um equilíbrio nas respostas dos alunos com, aproximadamente 55% das respostas num nível aceitável, isto é, os alunos identificando a ação da pressão atmosférica.

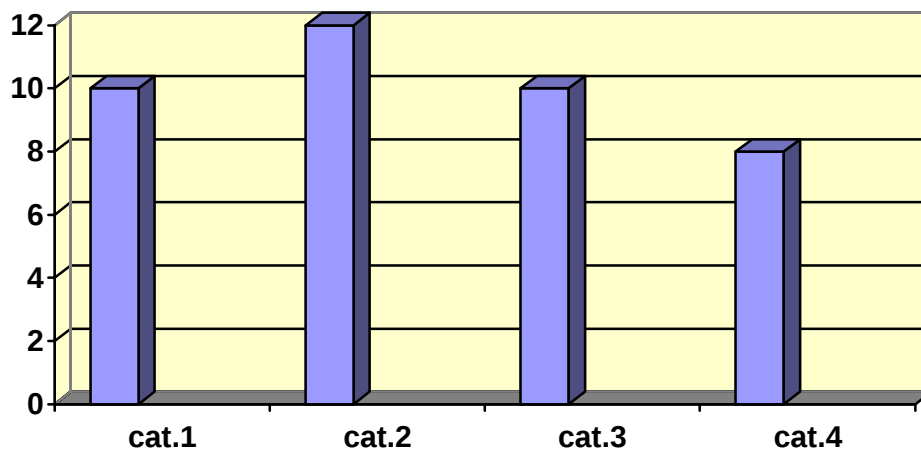
$$\text{VARIÂNCIA} - S^2 = 1,26$$

$$\text{DESVIO-PADRÃO} - S = 1,12$$

$$\text{COEFICIENTE DE VARIAÇÃO} - CV = 1,12 / 2,4 = 46,7\%$$

$$\text{ZONA DE NORMALIDADE} - X + S = 3,52 \text{ e } X - S = 1,28$$

O resultado de 46,7% para o coeficiente de variação, ainda é muito alto, mas mostrou que nesta questão os alunos conseguiram apresentar melhores explicações. Mesmo assim, os oito alunos que responderam corretamente, são considerados fora da zona de normalidade, isto é, resultados não muito comum. Vejamos a situação no gráfico:



Segue a tabela de distribuição de frequências para a classe do 1ºE:

CLASSE – 1ºE”:

Respostas-Xi	F _i	F _{ri}	F _{ri} %	F.A.	F.A.Rel.	F.A.Rel.%
Categoria-1	14	0,35	35,0	14	0,35	35,0
Categoria-2	11	0,275	27,5	25	0,625	62,5
Categoria-3	7	0,175	17,5	32	0,80	80,0
Categoria-4	8	0,20	20,0	40	1,00	100,0
TOTAL	40	1,00	100			

As respostas desta classe, apresentaram uma diminuição na categoria 1 e um certo equilíbrio nas categorias 3 e 4, o que mostra uma certa evolução. Atribui-se tal resultado à questão proposta que é muito conhecida dos alunos. Temos que 37,5% dos alunos, apresentaram respostas nas categorias 3 e 4, identificando a ação da pressão atmosférica.

$$\text{MÉDIA ARITMÉTICA} - X = 89/40 = 2,225$$

$$\text{MODA} - Mo = 1$$

$$\text{MEDIANA} - Md = 2$$

O valor encontrado para a média aritmética, indica que aproximadamente 50% dos alunos responderam ao nível das categorias 1 e 2.

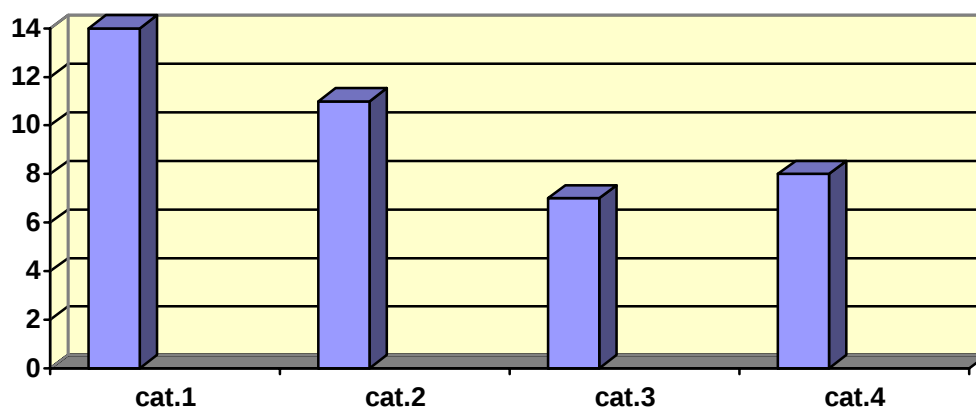
$$\text{VARIÂNCIA} - S^2 = 5,3025 / 4 = 1,33$$

$$\text{DESVIO-PADRÃO} - S = 1,15$$

COEFICIENTE DE VARIAÇÃO – $CV = 1,15 / 2,225 = 51,7\%$

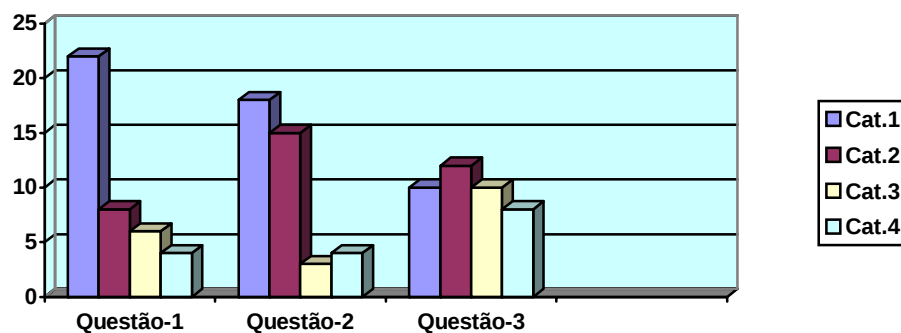
ZONA DE NORMALIDADE – $X + S = 3,375$ e $X - S = 1,075$

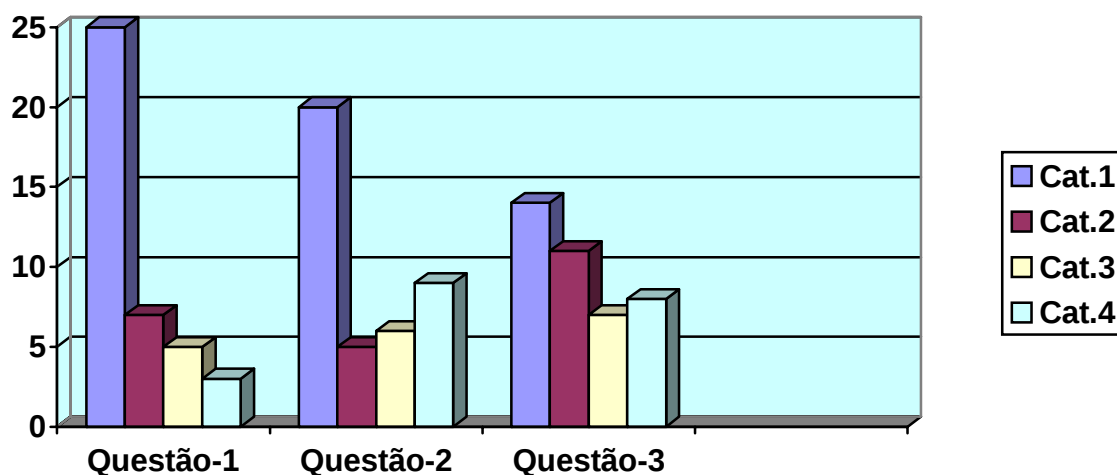
Constata-se ainda uma dispersão alta considerando-se o valor do desvio-padrão elevado. Nota-se que os oito alunos que responderam corretamente, são considerados fora da zona de normalidade. Visualizando no gráfico, temos:



Para que se possa efetuar uma comparação entre as duas classes no que se refere aos tipos de respostas que apresentaram nas três questões neste “Pré-Teste”, objetivando conhecer as “concepções espontâneas” dos alunos, seguem-se dois gráficos:

CLASSE – 1ºB



CLASSE – 1ºE

Após a realização do “Pré-Teste”, foi aplicado o “Pós-Teste” em duas situações distintas: os alunos da classe do 1ºB foram submetidos a aulas sobre o conceito de “pressão”, no estilo tradicional, a educação bancária citada por Paulo Freire; e, os alunos da classe do 1ºE, foram submetidos a aulas sobre o conceito de “pressão” dentro da proposta desta pesquisa, uma educação fundamentada no diálogo e na troca de experiências entre alunos e alunos e professor e alunos.

Segue abaixo as questões do “Pós-Teste”, uma tabela com a frequência das respostas, a visualização no gráfico, e uma outra tabela com as medidas de posição e de dispersão para as três questões, separadamente nas classes 1ºB e 1ºE.

QUESTÃO - 01 – Um automóvel atolou num lamaçal e não conseguia sair de jeito nenhum. Pelas proximidades dessa estrada cheia de lama, surgiu um trator bem mais pesado do que o automóvel, que entrou na lama e empurrou o automóvel para fora dela. Explique como isso pode ocorrer? Por que o trator não afundou na lama?

QUESTÃO - 02 – Considere uma moça que esteja usando sapatos de saltos muito finos e que esteja em pé sobre o assoalho de madeira de uma sala. Se a moça substituir os

sapatos por um par de tênis, causará menos estragos nesse assoalho. Como isso pode ocorrer, se o seu peso não muda, quer esteja de sapatos de saltos finos ou de tênis?

QUESTÃO - 03 – Vários fabricantes, para facilitar a retirada da tampa dos copos de requeijão e de outros produtos, introduziram um furo no seu centro, selado com plástico. Isso facilita tirar a tampa. Por que isso ocorre?

Tabela com as frequências das respostas dos alunos:

CLASSE – 1ºB”:

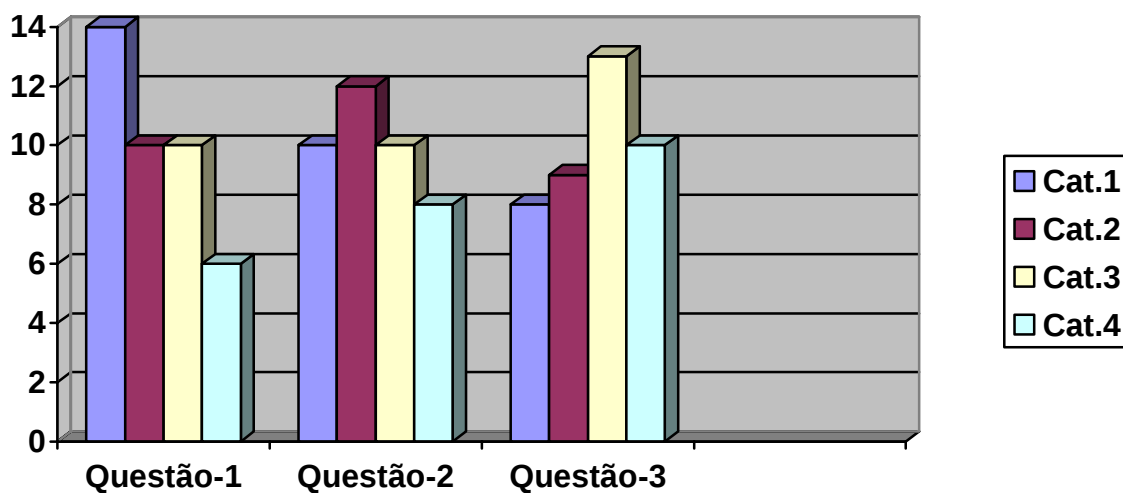
Respostas-Xi	QUESTÃO-1	QUESTÃO-2	QUESTÃO-3
Categoria-1	14	10	8
Categoria-2	10	12	9
Categoria-3	10	10	13
Categoria-4	6	8	10
TOTAL	40	40	40

CLASSE – 1ºE”:

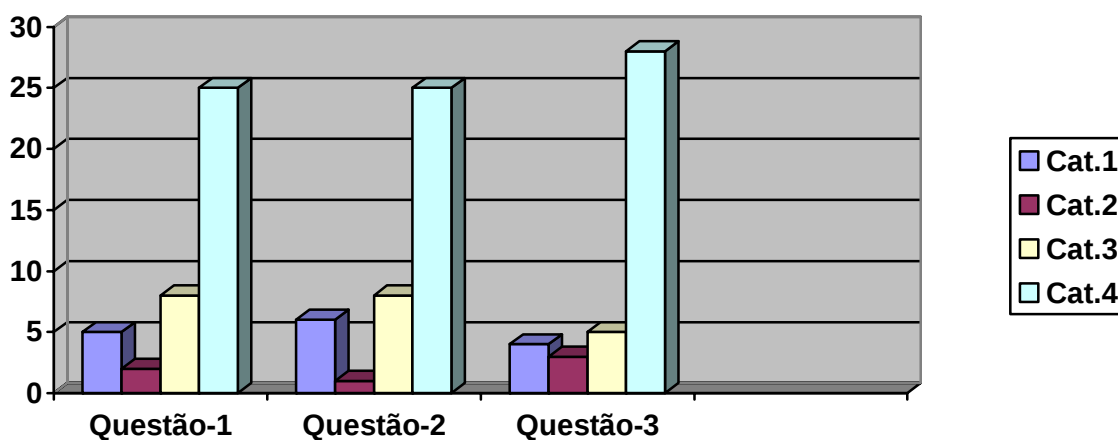
Respostas-Xi	QUESTÃO 1	QUESTÃO 2	QUESTÃO 3
Categoria-1	5	6	4
Categoria-2	2	1	3
Categoria-3	8	8	5
Categoria-4	25	25	28
TOTAL	40	40	40

Vejamos a representação gráfica que permite comparações nas respostas dos alunos entre as duas classes:

CLASSE – 1ºB – RESPOSTAS NO PÓS-TESTE



CLASSE – 1ºE – RESPOSTAS NO PÓS-TESTE



Os resultados indicam que, a classe do 1ºB submetida à educação bancária, apresentou uma melhora no Pós-Teste em relação ao Pré-Teste. Isso vem confirmar que mesmo ensinando no estilo tradicional, a aprendizagem ocorre. Mas, surgiram muitas respostas, principalmente nas categorias 1 e 2, cujos índices precisam diminuir. O oposto ocorreu na classe do 1ºE, que foram submetidos a um ensino fundamentado no diálogo, na discussão das idéias dos alunos, cujos resultados mostram uma evolução significativa no Pós-Teste. Isso vem a confirmar as hipóteses iniciais, que, a estratégia utilizada, fornece resultados na aprendizagem dos alunos, além, de aulas mais dinâmicas e motivadoras para os educandos.

Segue uma tabela com as medidas de posição e de dispersão para as duas classes, a qual permite uma comparação nos resultados do Pós-Teste.

Tabela com as medidas de posição e de dispersão:

CLASSE - 1º- B

	Média aritmética	Moda	Mediana	variância	Desvio-padrão	Coefficiente de variação
QUESTÃO1	2,2	2	1	1,34	1,16	52,7%
QUESTÃO2	2,4	2	2	1,26	1,12	46,6%
QUESTÃO3	2,6	3	3	1,26	1,12	43,01%

CLASSE - 1º- E

	Média aritmética	Moda	Mediana	variância	Desvio-padrão	Coefficiente de variação
QUESTÃO1	3,3	4	4	1,89	1,37	41,5%
QUESTÃO2	3,3	4	4	1,89	1,37	41,5%
QUESTÃO3	3,4	4	4	2,06	1,43	42,01%

As medidas acima indicam as variações das respostas bem como as evoluções. Por exemplo, na coluna da MODA, observa-se que a classe do 1ºE concentrou as respostas na categoria 4, que é a das respostas corretas, enquanto que a classe do 1ºB, não atingiu respostas dessa categoria. Observa-se também na coluna da MÉDIA ARITMÉTICA, que o 1ºB apresentou um nível de respostas entre as categorias 2 e 3, já o 1ºE se situa entre a categoria 3 e 4, o que representa respostas com identificação das grandezas físicas envolvidas e conceituando corretamente a grandeza física pressão.