

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

**ELABORAÇÃO DE UM GUIA COM ESTRATÉGIAS PARA RESOLUÇÕES DE
PROBLEMAS DE MECÂNICA VISANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA
DOS ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO**

Josafá Carvalho Aguiar

Belo Horizonte
2011

Josafá Carvalho Aguiar

**ELABORAÇÃO DE UM GUIA COM ESTRATÉGIAS PARA RESOLUÇÕES DE
PROBLEMAS DE MECÂNICA VISANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA
DOS ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, área de concentração. Ensino de Física.

Orientador: Prof.Dr.Lev Vertchenko

Belo Horizonte
2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

A282e Aguiar, Josafá Carvalho
Elaboração de um guia com estratégias para resoluções de problemas de mecânica visando a aprendizagem significativa dos alunos do 1º ano do Ensino Médio / Josafá Carvalho Aguiar. Belo Horizonte, 2011.
88 f. : Il.

Orientador: Lev Vertchenko

Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

1. Física (Ensino médio). 2. Mecânica – Estudo e ensino. I. Vertchenko, Lev. II. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. III. Título.

CDU: 53:373

Josafá Carvalho Aguiar

**ELABORAÇÃO DE UM GUIA COM ESTRATÉGIAS PARA RESOLUÇÕES DE
PROBLEMAS DE MECÂNICA VISANDO A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA
DOS ALUNOS DO 1º ANO DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, área de concentração. Ensino de Física.

Prof.Dr.Lev Vertchenko (Orientador) PUC Minas

Prof^a. Dr^a.Adriana Gomes Dickman

Prof.Dr.Sérgio Luiz Araújo Vieira

Dedico esta dissertação ao mundo da Educação e ao meu esforço para fazê-la, aos meus pais, Maria Francisca e João Martins, com eles aprendi os valores da responsabilidade, do trabalho, do respeito e do amor. Sem eles eu não seria nada.

AGRADECIMENTO

Qualquer trabalho de pesquisa é o resultado da colaboração de várias pessoas. Meu obrigado vai para:

Minha futura esposa Maria Nita Vieira da Silva.

Meus alunos do primeiro ano do ensino médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia / ano 2010.

Professores que contribuíram com este trabalho, Reginaldo Machado, Florismar Carvalho Aguiar, José Armando Veras Trovão, Jomilson e Eliel de Oliveira.

Agradeço especialmente ao meu orientador Prof. Dr. Lev Vertchenko por confiar em minha pesquisa, por sua orientação objetiva e detalhada e por seu apoio fundamental na trajetória desta dissertação.

De forma respeitosa e carinhosa, expresso aqui minha gratidão e minha admiração a todos supracitados.

“Toda criança, toda pessoa, pode se deleitar na aprendizagem. Todo educador pode compartilhar deste encantamento.”

George Leonard

RESUMO

Essa dissertação de Mestrado em Ensino de Física mostra e aplica as estratégias de resolução em problemas fechados de física do conteúdo de Mecânica. A pesquisa se preocupa com a aprendizagem significativa através das estratégias de resolução de problemas de mecânica. Partiu-se, portanto, do seguinte problema: como ensinar o aluno os conceitos de mecânica através da resolução de problemas que levem a uma aprendizagem significativa? Para isso se tornar realidade é necessária a elaboração de um diagnóstico, um nivelamento dos alunos, uma revisão teórica sobre aprendizagem significativa através da resolução de problemas, aulas expositivas com as discussões de todas as etapas da resolução do problema fechado, aplicação de um problema de enunciado fechado e um questionário com 7 (sete) questões que versa sobre a metodologia, que enfatiza indícios de aprendizagem significativa através da resolução de problemas aplicada na sala de aula. Esse problema de enunciado fechado e o questionário foram respondidos por 120 (cento e vinte) alunos do primeiro ano do ensino médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - TO, da cidade de Araguatins - TO. A análise das respostas e do envolvimento dos alunos no momento da resolução do problema procurou observar a aplicação das estratégias, a desenvoltura do aspecto matemático, à aplicação dos conceitos físicos e as discussões feitas em torno da situação a ser resolvida. Já a análise das respostas dos alunos ao questionário aplicado procurou considerar as unidades de significação, que foram agregados em dimensões e categorias. Os dados obtidos indicam que os alunos tiveram uma assimilação de conceitos, ficaram menos inibidos para resolver situações problemas e se tornaram mais críticos no momento da resolução dos problemas de ordem escolar ou do dia a dia. Conclui-se que a estratégia de resolução desenvolvida foi uma atividade pedagógica que levou o aluno a uma aprendizagem significativa em física. Nesta perspectiva propõe-se uma pesquisa sobre este tema para enriquecer o debate científico das estratégias de resolução que leve a uma aprendizagem significativa no campo da educação.

Palavra-chave: Estratégias; resolução de problemas e ensino de física; aprendizagem significativa.

ABSTRACT

This Master dissertation about the Teaching of Physics shows and implements strategies to solving closed problems in Physics concerning the content of Mechanics. The research refers to the meaningful learning through strategies of problem solving in Mechanics. The starting point was therefore the following problem: how to teach students the concepts of Mechanics by solving problems which lead to a meaningful learning? In order to make it become real it is necessary to elaborate a diagnosis, a leveling of the students, a theoretical review of meaningful learning through problem solving, expositive classes with discussions of all the steps to solving closed problems, application of a problem of closed proposition and a questionnaire with 7 (seven) questions which examine the methodology, which emphasize the evidence of meaningful learning through problem solving applied in the classroom. This problem of enclosed proposition and the questionnaire were answered by 120 (one hundred and twenty) students in the first year high school from the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - TO, in Araguatins - TO. The analysis of answers, and the students' interest throughout the time of solving the problem tried to observe the implementation of strategies, the skills of the mathematical aspect, application of physical concepts and the arguments made around the situation to be resolved. As to the analysis of the students' responses to the applied questionnaire tried to consider the meaningful units, which were grouped into dimensions and categories. The data indicate that the students had an assimilation of concepts, they were less inhibited to solve situational problems and become more critical by the time of solving the school or everyday's problems. We assume that the developed resolution strategy was a pedagogical activity that led students to a meaningful learning in physics. Within this perspective we propose a related study to enrich the scientific debate of resolution strategies that lead to meaningful learning in the field of education.

Key word: Strategies, problem solving and physics teaching, learning meaningful.

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 01: Plano horizontal	59
Quadro 02: Plano horizontal	61
Quadro 03: Plano horizontal	64
Quadro 04: Plano horizontal	65
Tabela 01: O momento em que o aluno mais se identificou com a metodologia...	73
Tabela 02: Sobre os fenômenos identificados pelos alunos	74
Tabela 03: Comportamento do aluno diante do problema.....	78
Tabela 04: A didática do professor	81

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Justificativa	13
1.2 Hipótese.....	14
1.3 Objetivos	15
2 UMA VISÃO COGNITIVA EM APRENDIZAGEM: A TEORIA DE DAVID AUSUBEL	16
2.1 Tipos de aprendizagem	17
2.1.1 Aprendizagem por recepção.....	18
2.1.2 Aprendizagem por descoberta	20
2.1.3 A diferença entre os tipos de aprendizagens: Mecânica e a Significativa	22
3 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	25
3.1 Problema e Exercícios.....	27
3.2 Quais os tipos de problemas.....	29
3.2.1 <i>Problemas qualitativos</i>	30
3.2.1.1 <u>Vantagens e desvantagens para a aprendizagem</u>	30
3.2.2 <i>Problemas quantitativos</i>	31
3.2.2.1 <u>Vantagens e desvantagens para a aprendizagem</u>	32
3.2.3 <i>As pequenas pesquisas</i>	33
3.2.3.1 <u>Vantagens e desvantagens para a aprendizagem</u>	33
3.2.4 <i>Como resolver um problema</i>	33
3.2.4.1 <u>Compreensão do problema</u>	33
3.2.4.2 <u>Estabelecimento de um Plano</u>	34
3.2.4.3 <u>Execução do plano</u>	35
3.2.4.4 <u>Retrospecto</u>	35
3.3 Como propor um bom problema	36
4 A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA COMO FATOR CONDICIONANTE DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	38
4.1 Problematização	42
4.2 Modelos	46
4.3 Matemática como fator indispensável para aprendizagem.....	47

5	ESTRATÉGIAS	49
5.1	Aplicando as estratégias.....	54
5.2	Problema fechado.....	58
6	METODOLOGIA	66
6.1	Delimitação.....	66
6.2	Procedimentos metodológicos	67
6.3	Resultados e discussões	69
7	CONCLUSÃO	80
	REFERÊNCIA.....	
	APÊNDICE	

1 INTRODUÇÃO

O homem em seu cotidiano está sempre se deparando com problemas, sejam de ordem social, política, econômica, religiosa e/ou científica. Destarte, é inegável que tais problemas fazem parte da vida do indivíduo e, portanto, todos precisam ser resolvidos nos mais diversos aspectos e também encarados como fatores importantes e indispensáveis para o crescimento humano.

Os problemas científicos, especificamente os de física, por exemplo, exigem cautela em sua resolução, dado o seu caráter analítico. Assim também ocorre com o ensino da resolução de problemas de mecânica no ensino médio. Pois, é preciso que os conceitos sejam claramente expostos e bem fundamentados aos estudantes, no intuito de colaborar para a resolução das decorrentes situações problemáticas dessa ciência.

A experiência docente ao longo de nove anos de ensino de física no ensino médio foi árdua. Durante a prática, ao avaliar a aprendizagem dos alunos, sempre se procurou fazê-la com muito critério, no intuito de verificar se ocorria o aprendizado, mas os resultados geralmente não correspondiam às expectativas, já que poucos discentes assimilavam e aplicavam as orientações propostas. Tal situação provocou o seguinte questionamento: “Será que estou contribuindo para o Ensino?”

A partir deste questionamento procuraram-se mecanismos para que os alunos aprendessem de fato os conceitos físicos ministrados durante o período letivo, visto estar na efetiva aprendizagem a razão do fazer docente.

Após várias buscas dentro das condições de trabalho vivenciadas, optou-se por realizar um trabalho mais consistente na área de ensino-aprendizagem, no intuito de fazer com que o aluno efetivamente aprendesse os conceitos físicos, e para que isso se tornasse uma realidade, buscaram-se também novos conhecimentos, oportunos no Mestrado em Ensino de Física.

À luz das orientações lançadas no curso em questão, promoveu-se um trabalho investigativo a fim de aperfeiçoar a prática docente e, por conseguinte, compartilhar os conhecimentos adquiridos com os demais profissionais da área. Para tanto, fez-se necessário desenvolver o presente trabalho, o qual enfatiza a

assimilação de conceitos de mecânica, com a aplicabilidade de uma metodologia específica, visando sempre à aprendizagem significativa do aluno.

Partindo desse pressuposto, é evidente que o aprendizado dos alunos deve ser o foco principal deste trabalho. Tal foco poderá ser alcançado com êxito através da resolução de problemas fechados, na área de mecânica.

Assim, faz-se necessário definir o que se entende de fato por aprendizagem significativa através da resolução de problemas e, principalmente, o que se espera do trabalho desenvolvido com os alunos do primeiro ano do Ensino Médio, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, localizado na cidade de Araguatins, no estado do Tocantins.

As atividades propostas foram fundamentadas na teoria de David Ausubel, que busca a aprendizagem significativa, a qual será detalhada no decorrer desta dissertação.

No propósito de facilitar a compreensão das reflexões teóricas, escolheu-se pela divisão formal que caracteriza um trabalho dissertativo: a introdução, a fundamentação teórica que engloba os capítulos 2, 3 e 4, as estratégias, a metodologia e, por fim, a conclusão.

No capítulo 2 consta a discussão acerca da teoria de David Ausubel sobre a aprendizagem. Nesta fase, expõem-se, de forma detalhada, os vários tipos de aprendizagem que advêm da teoria de Ausubel e também das contribuições de outros autores, as quais foram imprescindíveis para a ligação mais estreita entre a aprendizagem significativa e a resolução de problemas

Já no capítulo 3 foram expostos vários aspectos sobre o que seja de fato um problema e os passos (compreensão, plano, execução do plano e retrospecto) necessários à sua resolução baseados nas ideias de Polya, assim como, a diferença entre problemas e exercícios, os modelos, formalismo matemático e a problematização em sala de aula

Os passos mencionados no parágrafo anterior passaram por uma análise minuciosa para verificar a sua relevância diante do contexto educacional vigente. Acredita que se esses passos forem bem trabalhados haverá contribuições significativas, e assim, aumentarão as condições necessárias para o aluno aprender ou fixar os conhecimentos e desenvolver as competências e as habilidades de maneira consistente.

No capítulo quatro, ressalta-se a resolução de problemas de física, em

específico, de mecânica clássica, como uma das mais interessantes formas de aprender os conceitos físicos. Estes problemas de mecânica clássica foram abordados por serem ministrados como conteúdo do primeiro ano do ensino médio.

O quinto capítulo engloba as estratégias de resolução de problemas. Tais estratégias orientarão como proceder no momento da resolução de uma situação problema.

No sexto capítulo relata-se a metodologia utilizada para facilitar a aplicação das estratégias. Essa metodologia traz de forma geral, os procedimentos de Bardin (1977) e os resultados da pesquisa desenvolvida pelo autor deste trabalho. O capítulo foi desenvolvido em três momentos, sendo o primeiro com a aplicação de um problema de enunciado fechado, o segundo, com a aplicação de um questionário para alunos do primeiro ano do ensino médio e o terceiro e último momento, a análise dos dois momentos anteriores.

No sétimo e último capítulo, apresenta-se a conclusão, que focaliza uma visão crítica dos resultados obtidos e um direcionamento para os futuros estudos, que envolvam a resolução de problemas fechados na área de mecânica clássica e sua consequente aprendizagem significativa.

1.1 Justificativa

É patente que a física é uma ciência de difícil compreensão e por isso surgem situações desafiadoras referentes à resolução dos problemas pertinentes a ela.

Sabe-se que os problemas de física têm importância indispensável, pois exigem pesquisas e incessantes buscas de solução, as quais contribuem cotidianamente e de maneira incontestável para melhor adaptação do homem ao mundo em que vive.

Restringindo-se ao público alvo – os alunos –, salienta-se um fato que é bastante curioso no universo escolar; No desenrolar da prática pedagógica observou-se o desinteresse de muitos alunos em relação às disciplinas que envolvem cálculos. Tal atitude aponta para certa confusão feita entre a matemática e a física na mente de muitos estudantes, isto porque na verdade não é da disciplina de física que eles não gostam, e sim dos cálculos matemáticos que envolvem a

Física. Pode-se, então, afirmar que as disciplinas fundamentadas em cálculos provocam barreiras comprometedoras em relação ao processo de aprendizagem da maioria dos alunos, adquirindo, em muitos casos, um caráter irreversível em que eles acabam por desenvolver um sentimento de fobia às ciências exatas.

A partir das considerações expostas, formulou-se a presente dissertação com o título: “Elaboração de um guia com estratégias para resolução de problemas de mecânica visando à aprendizagem significativa dos alunos do 1º ano do ensino médio”, buscando-se, portanto, os recursos imprescindíveis à solução da problemática em questão. Para tanto, fez-se indispensável, um intenso estudo e reflexões no sentido de mostrar as necessidades que abrangem o processo ensino-aprendizagem como também um enfoque sobre novos conhecimentos e estratégias que podem ser elaborados e implementados, visando à resolução e satisfação do tema ora estudado.

1.2 Hipótese

Dentre os vários fatores colaboradores para o surgimento das dificuldades encontradas pelo aluno do ensino médio em relação aprendizagem do conceito de mecânica à través da resolução de problemas, foram levantadas as seguintes hipóteses: a falta de atenção, as deficiências no ensino de matemática nas séries anteriores e a incompreensão da leitura. Assim, gera-se a inabilidade para resolver um cálculo básico e interpretar eventos pertinentes.

Logo, acredita-se que elaborar um guia com uma metodologia específica para facilitar a aplicação das estratégias de resolução de problemas e apresentá-la aos demais profissionais de ensino da área de física seria um desafio, já que a aprendizagem, por sua natureza, apresenta-se como uma questão bastante delicada, sobretudo quando se almeja levar o aluno à compreensão holística do mundo da física, dando-lhe condições de desenvolver competências e habilidades para relacionar teorias e práticas requeridas à resolução de problemas propostos.

De forma crítica e construtiva, este trabalho direciona-se para o planejamento de uma didática que possibilite instigar o aluno a se comprometer com o processo de ensino-aprendizagem e assim, engajá-lo na busca de dirimir e/ou amenizar os

obstáculos que comprometam o seu desenvolvimento cognitivo em relação ao aprendizado da disciplina de física e, em especial, ao de mecânica.

1.3 Objetivos

Analisar e fixar conceitos, por meio de contextualização, de modo a direcionar o aluno a uma aprendizagem significativa.

Construir os conceitos de física de forma efetiva, desenvolver o raciocínio e a capacidade de abstração do aluno, incitando-o a gostar de física pela prática da solução de problemas.

Contribuir para o desenvolvimento integral do aluno dentro da área de mecânica. Observando a sua interação com os diversos contextos do cotidiano.

2 UMA VISÃO COGNITIVA EM APRENDIZAGEM: A TEORIA DE DAVID AUSUBEL

Ausubel (1968) foi um dos importantes representantes do cognitivismo e propôs uma explicação de cunho teórico para o processo de aprendizagem, segundo uma visão cognitivista.

A aprendizagem passa por um processo complexo das conexões internas das estruturas cognitivas de cada indivíduo, sendo essas estruturas muito particulares a cada ser humano. Para Ausubel (1968), a aprendizagem significativa é uma organização e uma interação do material, que se encontra na estrutura cognitiva do indivíduo, com as imagens e as novas informações. No entanto, essas estruturas são compreendidas como “conteúdo total de ideias de certo indivíduo e sua organização; ou conteúdo e organização de suas ideias em uma área particular de conhecimento”.

Observa-se que esse processo cognitivo de aquisição e utilização de conhecimento reporta-se ao aprendizado de conceitos novos e relevantes.

Os novos conceitos e informações são também apreendidos na medida em que as ideias são acopladas, e assim, interagem com conceitos lógicos e bem organizados já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Nota-se que essas ideias devem servir de base porque sem elas se tornaria impossível obter uma aprendizagem significativa. Essa ação recíproca constitui, segundo Ausubel (1968, p. 37-39), uma experiência consciente, claramente articulada e precisamente diferenciada, “que emerge quando sinais, símbolos, conceitos e proposições potencialmente significativos são relacionados à estrutura cognitiva e nela incorporados”.

Observando-se o parágrafo supracitado, pode-se perceber que o sentido dessas relações, de acordo com Ausubel (1968) é a interação entre novos significados potenciais e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz que dão origem a significados verdadeiros ou psicológicos. Essas estruturas são específicas de cada indivíduo e por essa razão é que os significados são estritamente únicos.

Sobre os significados e potências ou materiais potencialmente significativos Ausubel (2003, p.01) chama atenção no trecho a seguir:

A aprendizagem significativa não é análoga à aprendizagem de material significativo. Em primeiro lugar, o material de aprendizagem apenas é potencialmente significativo. Em segundo, deve existir um mecanismo de aprendizagem significativa (tais como pares de adjetivos), mas cada uma das componentes da tarefa da aprendizagem, bem como apreender uma lista de palavras ligadas arbitrariamente, não são “logicamente” significativas.

Sobre a teoria de Ausubel o conceito mais relevante é a aprendizagem significativa. Para Ausubel (1968), essa aprendizagem é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Dessa forma, ocorre, nesse processo, o conceito de subsunçores, palavra de origem inglesa *subsumer*, que se caracteriza pela interação de um ou mais conceitos preexistentes na estrutura cognitiva do indivíduo com uma nova informação, provocando modificações e diferenciações dessa estrutura e, conseqüentemente, atingindo a aprendizagem significativa.

Discorre-se, portanto, da necessidade de se ter uma aprendizagem significativa, onde um novo conteúdo esteja relacionado com os conteúdos prévios e de relevância do aprendiz.

Sobre esse aspecto Mees (2009, p.59) comenta:

Sua teoria é construtivista e o papel da interação professor/aluno, sem dúvida é importante, para que, a partir dos subsunçores que o aluno possa construir novos subsunçores ou modificar os velhos. A aprendizagem é dinâmica, pois ela é uma interação entre aluno e professor, a partir do conhecimento prévio que o aluno tem.

De forma geral, a aprendizagem está pautada em um contexto que se interliga, harmoniosamente, aos conhecimentos prévios existentes no mundo do aprendiz e o conhecimento externo ou novo, incorporado de maneira não aleatória aos já adquiridos por aquele aprendiz.

2.1 Tipos de aprendizagem

Serão mostradas, segundo a visão de Ausubel (1968), Novak e Hanesian (1978), algumas formas de aprendizagens, no texto e na oportunidade, fomentar-se-ão discussões que visem à aprendizagem significativa do aluno.

2.1.1 Aprendizagem por recepção

Inicia-se esta discussão sobre aprendizagem receptiva focando como será a obtenção dos conceitos e a relação com a aprendizagem. Os conceitos segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1978, p.56) “são objetos, eventos, situações ou propriedades que possuem atributos de critérios em comum e são designados por algum sinal ou símbolo”. Os conceitos adquiridos, que se relacionam com o conhecimento prévio, poderão modificar as estruturas cognitivas do aprendiz, levando-o a um alto grau de abstração.

O aluno aprende os conceitos se:

“responder a estímulos em termos de propriedade abstrata, tais como cor, forma, posição, número, como oposta a propriedade físicas concretas, tais como comprimento de ondas ou intensidades específicas” (GAGNÉ, 1973, p.41).

Já Bruner, (1968) diz que a maior quantidade de conceitos absorvidos poderá favorecer, em situações futuras, possíveis ligações com as demais estruturas cognitivas, ou seja, pode ser que se tenha uma aprendizagem significativa.

Existem duas formas de aprendizagem conceitual. Uma delas é a formação de conceitos que se dá em crianças e jovens na idade escolar, a outra é a assimilação de conceitos que se dá pelas crianças e jovens na idade escolar e nos adultos (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978). No entanto, a formação de conceitos acontece através de experiências diretas que levem as etapas de ampliação intelectual das estruturas cognitivas. Tem-se, com isso, a formação de conceitos como uma característica da aquisição indutiva e espontânea de ideias genéricas pela criança em idade pré-escolar, a partir de experiência empírico-concreta, como por exemplo, “casa”, “cachorro” etc. (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 30). A simples construção do conceito de casa para a criança é necessária para que possa vivenciar diversas percepções como grande, pequena, alta, enfim, todos os tipos e formas de casa.

Na assimilação de conceitos, aprender um novo conceito depende de propriedades existentes na estrutura cognitiva, do nível de desenvolvimento do aprendiz, de sua habilidade intelectual, bem como da natureza do conceito em si e do modo como é apresentado (MOREIRA; MASINI, 1982).

Sobre o parágrafo supracitado Ausubel (2003, p.02) comenta:

Os conceitos constituem um aspecto importante da teoria da assimilação, pois a compreensão e a resolução de problemas dependem amplamente da disponibilidade, quer de conceitos subordinantes (na aquisição de conceitos por subsunção), quer de conceitos subordinados (aquisição de conceitos subordinantes), na estrutura cognitiva do aprendiz.

Em um contexto geral, nota-se que os conceitos são peças importantes na aprendizagem, e para autores como Piaget, (1982, p.17) a assimilação de conceitos passa por uma “estruturação por incorporação da realidade exterior a formas devidas às atividades do sujeito”. Têm-se ainda as contribuições de Gagné (1973, p.125) sobre os conceitos novos que fazem conexões com as estrutura cognitiva do aprendiz. Segundo ele, “Uma vez dominados os conceitos o indivíduo está pronto para adquirir um cabedal de conhecimento virtualmente sem limite”.

A aprendizagem receptiva é uma assimilação de um novo material, em que o aluno a faz quando essa nova ideia é exposta e colocada ao seu crivo. Para Ausubel, Novak e Hanesian (1978), as definições necessárias e o contexto apropriado são mais apresentados do que descobertos. A assimilação de conceitos é uma forma típica de aprendizagem receptiva significativa (idem, 1978, p.94).

Portanto, esse tipo aprendizagem é um ativo processo de cognição no qual estão inseridas várias operações internas resultantes em alterações das estruturas cognitivas, e não somente em um mero mecanismo isolado de percepção.

A diferença entre os dois processos é em termos de imediação e de complexidade. Percepção envolve um teor de consciência imediato e antes da intervenção dos processos cognitivos complexos que estão envolvidos na aprendizagem receptiva. Cognição envolve estes processos ao relacionar o novo material aos aspectos relevantes da estrutura cognitiva existente, determinados como os novos significados resultantes podem ser reconciliados com os conhecimentos estabelecidos resignificando este conhecimento em uma linguagem mais familiar e particularizada. (AUSUBEL, 1968, p.56).

De forma conclusiva a aprendizagem por recepção baseia-se em formalidade educacional, ou seja, no ambiente escolar que “sempre constituiu o centro de qualquer sistema pedagógico, provavelmente sempre será, porque é o único método viável e eficiente para transmitir grande quantidade de conhecimento” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978, p.547).

2.1.2 Aprendizagem por descoberta

A aprendizagem por descoberta, diferentemente da aprendizagem por recepção, reside no fato de que o conteúdo principal daquilo que deve ser aprendido deverá ser descoberto. Nessa modalidade de aprendizagem o aprendiz deve, em primeiro lugar, descobrir o conteúdo, criando proposições que representem soluções para os problemas suscitados, ou passos sucessivos para a resolução dos mesmos (AUSUBEL, 2003).

Aprender por essa modalidade contribui, significativamente, para resolução de problemas, pois leva o aluno a adquirir um comportamento diferente daquele que se pautava somente em obter conceitos gerais. Segundo Bruner (1968, p. 18), a aprendizagem não deve se resumir à captação de informações e de conceitos gerais. “Mas também desenvolver uma atitude em relação à aprendizagem e à investigação, em relação ao modo de imaginar a solução, de ter intuições e palpites quanto à possibilidade de alguém resolver, por si só, os problemas”.

Complementando tal afirmação, para os autores Ausubel, Novak e Hanesian (1978, p.26), a aprendizagem por descoberta não contempla a causa primeira de transmitir conhecimento e aponta também certas deficiências nessa modalidade de aprendizagem:

Na situação mais típica de sala de aula (...) a descoberta de proposições originais por meio da atividade de solução de problemas não é função visível na aquisição de novos conceitos ou informações. Na educação formal do indivíduo, como a conhecemos, o agente educacional transmite amplamente conceitos, classificação e proposições consolidadas. De qualquer forma, os métodos de ensino pela descoberta dificilmente constituem um meio primário eficiente de transmitir o conteúdo de uma disciplina acadêmica.

Ressalta-se que aprendizagem por descoberta é importante também no âmbito educacional, pois reforça a ideia de que esta forma de aprendizagem, embora não sendo uma transmissão eficiente de conceitos primários, possui a sua importância. Sobre esse aspecto Bruner (1960 apud AUSUBEL, 2003, p.50) defende que a “descoberta é necessária para a posse verdadeira” dos conhecimentos. Ela possui determinadas vantagens de motivação única, já que organiza os conhecimentos de forma eficaz para utilização posterior e sua retenção. Para

Ausubel (1961 apud AUSUBEL, 2003), o método da descoberta oferece algumas vantagens de motivação única, e é uma técnica de instrução auxiliar útil em determinadas situações educacionais, quer para o desenvolvimento de capacidades de resolução de problemas, quer para se aprender como se descobrem os novos conhecimentos.

Nota-se que esta ideia é reiterada por Ausubel, Novak e Hanesian (1978, p.513) no trecho abaixo:

(...) a proposição de que todas as pessoas devem descobrir por si próprias, cada pedaço do conhecimento que elas realmente desejam possuir é, em essência, um repúdio ao próprio conceito de cultura. Talvez o atributo mais singular da cultura humana, que a distingue de todas as outras organizações sociais no reino animal, é exatamente o fato de que descobertas acumulativas em milênio podem ser transmitidas para cada geração vindoura durante a infância e a juventude (...). Este milagre da cultura é possível apenas porque se consome muito menos tempo para comunicar e explicar uma idéia significativamente para os outros do que fazê-los redescobrir está idéia por contra própria.

As formas de aprendizagem tanto por recepção ou por descoberta estão sempre coadunando para um objetivo comum, especificamente, quando se trata do processo de resolução de problemas. Elas estão envolvidas sucessivamente em fases diferentes nesse processo.

Assim sendo, será mostrado como é possível se fazer uma relação entre a resolução de problemas e a aprendizagem significativa de maneira que provoque o desenvolvimento integral do aluno, do primeiro ano do ensino médio.

Sobre essa relação da aprendizagem com a resolução de problemas Echeverría e Pozo (1998, p.15) posicionam-se da seguinte forma:

A aprendizagem da solução de problemas somente se transformará em autônoma e espontânea se transportada para o âmbito do cotidiano, se for gerada no aluno a atitude de procurar respostas para as suas próprias perguntas/problemas, se ele habituar-se a questionar-se ao invés de receber somente respostas já elaboradas por outros, seja pelo livro-texto, pelo professor ou pela televisão, o verdadeiro objetivo final da aprendizagem da solução de problemas é fazer com que o aluno adquira hábito de proporem-se problemas e de resolvê-los como forma de aprender.

Nesse entendimento, para que os hábitos sejam adquiridos pelo o aluno, é relevante o empenho do professor em relação à preparação de problemas adequados, os quais devem estar de acordo com as estratégias.

2.1.3 A diferença entre os tipos de aprendizagens: Mecânica e a Significativa

Abordaremos agora a diferença entre essas duas formas de aprendizagem, a mecânica e a significativa. Começaremos nosso estudo sobre essa diferença pela definição da aprendizagem mecânica. Segundo Moreira e Masini (1982), na aprendizagem mecânica, ocorre a aquisição de informações com pouca ou nenhuma interação, com conceitos ou proposições relevantes existentes na estrutura cognitiva, o que leva a uma profunda e intensa reflexão sobre esta modalidade de aprendizagem, no que tange ao desenvolvimento das estruturas cognitivas do aprendiz e também até que ponto pode ser significativo.

São características dessa nova modalidade de aprendizagem que se dão por “pares de sílabas sem sentido é um exemplo típico de aprendizagem mecânica, a simples memorização de fórmula, leis e conceitos em física” (MOREIRA; MASINI, 1982, p.09), na qual o aluno “aceita um conjunto para simplesmente internalizar de modo arbitrário e literal” (AUSUBEL; NOVAK ; HANESIAN, 1978, p.27).

Já a aprendizagem significativa, ora definida no início deste capítulo, ocorre diferentemente da aprendizagem mecânica quando, a nova informação interage de maneira não-arbitrária e não-literal com aquela informação já armazenada na estrutura cognitiva do aprendiz.

A partir desse embasamento exposto acima, explicaremos a seguir alguns termos como organizadores e subsunçores, os quais estão ligados diretamente à teoria da aprendizagem significativa, para que possamos entender melhor essa diferença entre elas.

Inicia-se, neste parágrafo, uma das maiores contribuições da teoria de Ausubel (2003). Começa-se com o estudo dos organizadores prévios que o aluno deve ter para poder fazer as possíveis conexões no decorrer das tentativas lógicas ou não lógicas de resolução.

Os organizadores são definidos como “materiais introdutórios inclusivos e relevantes que são claros e estáveis ao máximo” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978, p.170). E mais, para o próprio Ausubel (2003) a função destes organizadores prévios “é de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa” (MOREIRA; MASINI, 1982, p.12).

A ponte cognitiva - denominada também de organizador prévio - sistematiza a relação entre um material novo e a estrutura cognitiva do aprendiz. Assim, propicia um alto grau de abstração e promove uma aprendizagem eficaz.

Sobre esse ponto, tem-se a seguinte observação:

Os organizadores são mais eficientes quando apresentados no início das tarefas do que quando introduzidos simultaneamente com o material aprendido, pois dessa forma suas propriedades integrativas ficam salientadas. Para serem úteis, porém, precisam ser formuladas em termos familiares ao aluno, para que possa ser aprendidos, e devem contar com uma boa organização do material de aprendizagem para terem valor de ordem pedagógica (MOREIRA; MASINI, 1982, p.13).

Outro elemento importante nessa teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003) são os subsunçores. Essa subsunção se dá através da ligação entre o material novo a ser aprendido e o que o aprendiz já carrega acumulado em sua bagagem cognitiva. Somente dessa forma poderá, juntamente com os organizadores, promover situações reais de aprendizagem e de hierarquia de conceito mais gerais e complexos. Para justificar essa ideia baseia-se no que discorrem Moreira e Masini (1982, p.07-08):

O armazenamento de informações no cérebro humano como sendo altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados (e assimilados) a conceitos mais gerais, mais inclusivos.

Veja-se ainda mais disposições de Moreira e Masini sobre os subsunçores:

Em Física, por exemplo, se os conceitos de força e campo já existem na estrutura cognitiva do aluno, eles servirão de subsunçores para novas informações referentes a certos tipos de força e campo como, por exemplo, a força e o campo eletromagnéticos (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 08).

Percebe-se que a teoria da aprendizagem significativa constitui o entrelaçamento entre os subsunçores e os organizadores. Da mesma forma, nota-se o que diz este trecho de Ausubel, Novak e Hanesian (1978, p.41) sobre tal relação:

Por relação substantiva e não arbitrária pensamos que as idéias são relacionadas a um algum aspecto existente e especificamente relevante da estrutura cognitiva do aluno, como uma imagem, um símbolo já significativo, um conceito ou uma proposição.

Vale levantar a seguinte interrogação: como saber ou aferir se um aprendiz teve de fato uma aprendizagem significativa? Sobre este aspecto, Ausubel (1968, p.110-111) tem o seguinte ponto de vista: “A compreensão genuína de um conceito ou proposição implica a posse de significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis”. Porém, Ausubel (1968) reitera que, quando o aluno consegue falar sobre conceitos e até mesmo resolver problemas não significa que ali houve uma aprendizagem significativa, argumentando ainda que:

Uma longa experiência em fazer exames faz com que os estudantes se habituem em memorizar não só proposições e fórmulas, mas também causas, exemplos, explicações e maneiras de resolver problemas típicos. (MOREIRA; MASINI, 1982, p. 15).

De acordo com esse contexto, indaga-se o seguinte: “Qual a forma eficaz de verificar e fazer com que o aluno tenha uma aprendizagem significativa?” Sendo assim, Moreira (1999) descreve a visão de Ausubel, com base no questionamento ora levantado:

[...] ao procurar evidência de compreensão significativa, a melhor maneira de evitar a simulação da aprendizagem significativa é formular questões e problemas de uma maneira nova e não familiar, que requer a máxima transformação do conhecimento adquirido. Testes de compreensão, por exemplo, devem, no mínimo, serem fraseados de maneira diferente e apresentados em contexto de alguma forma diferente daquele originalmente encontrado no material instrucional (MOREIRA, 1999, p.156).

Segundo Ausubel (2003), as formas de aprendizagem, sejam elas mecânica ou significativa, estão entrelaçadas, objetivando uma ideia em comum que é a aprendizagem do aluno, que, por conseguinte, é relevante para ele. Pode-se observar a ligação entre ambas neste trecho:

Apesar de existirem diferenças marcantes entre elas, a aprendizagem significativa e a por memorização não são, como é óbvias, dicotômicas em muitas situações de aprendizagem práticas e podem colocar-se facilmente numa contínua memorização-significativa. (AUSUBEL, 2003, p.05).

3 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

O homem vive em uma sociedade dinâmica. Este dinamismo se dá por inúmeras razões, dentre as quais se encontram as situações problemáticas. Nesta concepção, o indivíduo se predispõe a inventar, a buscar e a criar estratégias que possam direcioná-lo a obter uma possível resposta ou a resposta mais conveniente para uma situação problemática na qual se encontra. Assim, observa-se que essa busca incansável é uma condição salutar para diferenciar uma geração menos evoluída de outra mais desenvolvida.

Segundo Claraparéde (1973, p.16), o homem é um ser que evolui no seu meio de acordo com as dificuldades apresentadas a ele:

O homem é levado a inventar quando qualquer dificuldade, qualquer obstáculo a vencer se encontra em seu caminho, algo que ele deseja atingir a um fim, mas não conhece os meios de alcançá-lo. É preciso, pois, encontrar meios de inventá-los.

Dentro de Mecânica são inúmeras as situações problemáticas, mas o que caracteriza uma situação problemática é quando o indivíduo procura resolver um problema e não encontra uma solução imediata. A despeito disso, Saviani (1985) argumenta que para o indivíduo considerar uma situação problemática é necessário confrontar-se com situações embaraçosas, que a rigor não admitem soluções rápidas ou estruturadas.

Uma questão em si não caracteriza um problema, nem mesmo aquele cuja resposta é desconhecida, mas uma questão cuja resposta se desconhece e se necessita conhecer. Eis aí um problema; mas quando eu ignoro alguma coisa que eu preciso saber, eis-me diante de um problema. Da mesma forma, uma dificuldade que precisa ser recuperada, uma dúvida que não pode deixar de ser dissipada, são situações que se nos configuram como verdadeiramente problemáticas (SAVIANI, 1985, p.19).

Echeverría e Pozo (1998, p.16) salientam:

(...) uma situação somente pode ser concebida como um problema na medida em que existe um conhecimento dela como tal, e na medida em que não se disponhamos de procedimentos automáticos que permitam solucioná-los de forma mais ou menos imediata, sem exigir, de alguma forma, um processo de reflexão ou uma tomada de decisões sobre a sequência de passos a serem seguidos (...) um problema é de certa forma, uma situação nova ou diferente do que já foi aprendido, que requer a utilização de técnicas.

Para uma melhor compreensão do assunto o indivíduo considera um problema quando:

a) Reconhece uma situação, porém não encontra uma solução imediata:

A primeira condição de reconhecimento de um problema se constitui quando o indivíduo está em uma situação de incômodo ao se deparar com uma situação em que precisa ser resolvida e não encontra uma solução imediata.

b) Considera a possibilidade de agir sobre a situação:

Nesta etapa o reconhecimento de um problema se dá pelo fato de o indivíduo possuir uma ideia de resposta, mas esta não tem uma sequência lógica capaz de resolver a situação problemática.

c) Toma uma iniciativa de decisão sobre a situação ou necessita agir a fim de resolvê-la.

Nesta terceira observação sobre o que configura um problema para um indivíduo, pode-se dizer que essa condição seria algo necessário, proveniente das duas primeiras observações. Resolver um problema é um processo de como estabelecer métodos, domínio de conceitos, adquirir habilidade e criatividade, aplicando-as a uma nova situação para se chegar a um objetivo.

Logo, o reconhecimento da situação problemática requer certo conhecimento prévio por parte do aluno. Partindo desse pressuposto, e tomando como base, principalmente, o ensino de física, é comum os professores mencionarem que os alunos não sabem de nada (não sabem ler, fazer operações básicas de matemática, tampouco resolver operações básicas de outras ciências).

Na verdade, muitas vezes o que acontece é que os próprios docentes rejeitam o conhecimento empírico do aluno e, com isso, apresentam conceitos desarticulados do cotidiano, e assim prejudicam o ensino-aprendizado. Por essa razão, depreende-se que o professor, ao desprezar esse conhecimento prévio do aluno, de suma importância no processo de ensino, estará perdendo a oportunidade de gerar um novo conhecimento.

Tal discussão sobre a importância do subsunções do aluno é defendida por Ausubel (1968), quando diz que uma nova informação se relaciona com o conhecimento do indivíduo, gerando uma aprendizagem significativa.

Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's, 1999), o ensino de

Física tem-se realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciada do mundo vivido pelos alunos e professores, bem como vazios de significado, privilegiando a teoria e a abstração desde o primeiro momento, em detrimento de um desenvolvimento gradual de abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza-se a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste-se na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas.

As características dos profissionais da educação no contexto acima que valoriza a automação ou a memorização são na verdade desmotivadoras e distanciam o aluno de qualquer possibilidade de se instaurar um diálogo construtivista. Freire (2008, p. 86), afirma em sua obra “Autonomia da Pedagogia”, que “o fundamental é que professor e alunos saibam que a postura deles, do professor e dos alunos, é dialógica, aberta, curiosa, indagadora e não apassivada, enquanto fala ou enquanto ouve”. O que importa é que professor e alunos se assumam epistemologicamente curiosos.

3.1 Problema e Exercícios

Baseado no exposto anteriormente, será enfatizada a diferença entre um problema e um exercício, bem como a contribuição deles para uma aprendizagem significativa dos alunos de ensino médio.

Um exercício pode ser uma atividade em que o aluno não precise apresentar nenhuma decisão de como proceder, mas, simplesmente, desenvolver uma habilidade mecânica para chegar à solução de uma situação. A função do exercício está relacionada com automatização de certas técnicas, habilidades e procedimentos fundamentais para resolução de futuros problemas. Dante (2000, p.43) define que o “exercício” serve, como o próprio nome diz, para exercitar, para praticar um determinado algoritmo ou processo.

Por outro lado, registre-se que nem sempre o exercício levará à construção

de conceitos. Nesta linha, portanto, os exercícios se diferenciam dos problemas. Porém, inegavelmente, nota-se que ambos são indispensáveis à aprendizagem.

Assim sendo, considerando o pensamento de Ausubel (2003), sobre as aprendizagens mecânica e significativa, pode-se dizer que são respectivamente semelhantes ao exercício e ao problema.

O aludido assunto acima, observa-se o que diz Echeverría e Pozo (1998, p.17):

Os exercícios e problemas exigem dos alunos a ativação de diversos tipos de conhecimento, não só de diferentes procedimentos, mas também de diferentes atitudes, motivações e conceitos. Na medida em que sejam situações mais abertas ou novas, a solução de problemas representa para o aluno uma demanda cognitiva e motivacional maior.

Na compreensão de Pietrocola (2005, p.122) o exercício de fixação é conveniente e necessário para muitos estudantes. Mas, é salutar que haja por parte dos alunos o envolvimento consciente em tais tarefas, com objetivos claros e bem definidos, para que em nada se pareça com as características da resolução mecânica em série.

É interessante notar que, o aluno, para ter êxito na resolução dos exercícios e dos problemas, precisa possuir uma estrutura bem organizada de conhecimento, bem como atitudes, afetividade, motivação, procedimentos, habilidade e criatividade.

O docente deve tomar cuidado com o que comumente chama de problemas para o discente, porque muitas vezes o que constitui um problema para ele não é para o aluno. Isso, pois, gerará efeito contrário, ou seja, ao invés de privilegiar a aprendizagem significativa de conceitos se converte em reforço de erros conceituais, procedimentais e metodológicos agregados ao conhecimento cognitivo do aluno, e possivelmente, serão estes erros que estabelecerão uma das causas de futuras frustrações diante de novas situações a serem resolvidas.

Sobre esse aspecto Pozo (1998 p. 17) diz:

Não é possível determinar, em geral, se uma tarefa escolar determinada é um exercício ou um problema; isto depende não somente da experiência e dos conhecimentos prévios de quem a executa, mas também dos objetivos que estabelece enquanto a realiza.

3.2 Quais os tipos de problemas

Para Pozo (1998, p.78 - 87) existem três tipos fundamentais de problemas a serem considerados: os problemas científicos, os problemas da vida cotidiana e os problemas escolares.

O primeiro tipo são os problemas científicos, ou seja, aqueles que exigem uma dedicação específica do indivíduo no momento da busca de uma solução, bem como o domínio de métodos e, ainda, requerem conhecimentos pré-estabelecidos sobre uma determinada situação. Esse tipo caracteriza uma situação pouco explorada por parte dos alunos e mesmo quando ocorre à exploração do conteúdo parece que está bem distante e desconexo do contexto escolar.

A título de esclarecimento serão exemplificados alguns tipos de problemas científicos como, por exemplo, a descrição da queda dos corpos, a dualidade da partícula, o controle com precisão do movimento de elétrons dentro dos tubos catódicos de uma televisão, enfim, situações que exigem um aparato metodológico científico.

Abstrair o sentido do segundo tipo de problema é uma tarefa mais acessível porque nos remete a ação que se referem ao dia a dia do aluno, obrigando-o a encontrar uma solução imediata para um problema emergente.

Sobre os problemas cotidianos Pozo e Crespo (1998, p. 69) relatam:

Como consumidores de ciência que somos, precisamos ser capazes de resolver alguns dos problemas que o uso da ciência nos coloca. Entretanto, devemos reconhecer que a nossa capacidade – não só a de nossos alunos – de resolver problemas diários relacionados com a ciência e a tecnologia é bastante limitada. Na verdade, pode-se dizer que na maioria dos casos resolvemos os problemas cotidianos ligados à ciência através de procedimentos pouco ‘científicos’. E mais, damos por resolvido o problema quando alcançamos uma meta prática (como fazer o secador funcionar, evitar que se formem gelo na porta do congelador), embora não possamos explicar ou compreender como a alcançamos.

Será também apresentado o terceiro tipo: os problemas escolares. Estes, por sua vez, são o ponto de intersecção entre os dois outros tipos de problemas já mencionados. Por essa razão é que este tipo de problema possui objetivos bem específicos, sobre os quais Pozo e Crespo (1998, p.78) discorrem:

Seu objetivo seria o de gerar nos alunos conceitos, procedimentos e atitudes próprias das ciências que servissem não somente para abordar os problemas escolares, mas também para compreender e responder melhor às perguntas que possam ser propostas a respeito do funcionamento cotidiano da natureza e da tecnologia.

Consoante Pozo e Crespo (1998), os problemas escolares subdividem-se em três tipos:

3.2.1 Problemas qualitativos

São denominados problemas qualitativos aqueles que os alunos precisam resolver através de raciocínio teórico baseados nos seus conhecimentos, sem necessidade de apoiar-se em cálculos numéricos e que não requer para a sua solução a realização de experiências ou de manipulações experimentais (POZO; CRESPO, 1998).

Os problemas qualitativos são geralmente problemas abertos, nos quais se deve predizer ou explicar um fato, analisar situações cotidianas ou científicas e interpretá-las a partir dos conhecimentos pessoais e/ou modelo conceitual proporcionado pela ciência (POZO; CRESPO, 1998).

Ainda nessa perspectiva, Pietrocola (2005, p.111) afirma que em um problema de enunciado aberto,

“o solucionador deve realizar um estudo qualitativo da situação em questão, emitir hipótese acerca dos fatores de que pode depender a incógnita solicitada e formular estratégias de solução a partir de seu repertório teórico”.

Corroborando com a tal ideia, Ausubel (2003) observa que um problema aberto para ser resolvido exige do indivíduo estruturas cognitivas bem organizadas e compatíveis com a situação a ser solucionada.

3.2.1.1 Vantagens e desvantagens para a aprendizagem

Pozo e Crespo (1998) discorrem sobre as vantagens e desvantagens dos

problemas qualitativos. A presente pesquisa, desenvolvida pelo autor deste trabalho dissertativo, primeiramente abordará as vantagens desses problemas existentes na criação de hipóteses, por parte dos alunos, que poderão ser socializadas e discutidas. Já as desvantagens, encontram-se no tempo em que se leva para discutir as inúmeras hipóteses levantadas sobre uma única situação.

Em relação a essa assertiva, Pozo e Crespo (1998, p.79-80) comenta que os problemas abertos, às vezes, indicam um enunciado ambíguo, que pode ser resolvido a partir de muitos pontos de vista. Isto faz com que, em certos casos, os alunos “fiquem em branco”, não saibam como abordá-los ou a pergunta lhes pareça tão vaga que nem consigam reconhecer o problema.

Assim sendo, o campo de análise dos problemas abertos é bastante amplo, por dar margem a inúmeras interpretações e possibilidades de solução da situação problemática. Entretanto, são úteis para desenvolver a capacidade de interpretação e a análise crítica-reflexiva das ideias criadas pelos alunos.

3.2.2 Problemas quantitativos

Entende-se por problema quantitativo aquele em que o aluno manipula dados numéricos e trabalha com eles para chegar a uma solução, seja ela numérica ou não. As estratégias, baseadas nesse tipo de problema, estarão fundamentadas no cálculo matemático, na comparação de dados e na utilização de fórmulas (POZO; CRESPO, 1998, p.80).

Dentre os problemas quantitativos, podem-se destacar os problemas fechados que se definem em uma metodologia de ensino, a qual é explorada pela aplicação de conceitos e também pelo formalismo matemático sem incluir os dados numéricos, levando assim a diversas projeções sobre a questão.

Os problemas quantitativos, de ordem apenas literal ou simplesmente de inclusão de dados numéricos, não deverão ser tratados no sentido matemático, mas sim discutido no campo semântico da física. Dessa forma, cria-se expectativa de uma efetiva aprendizagem com significados para o aluno.

3.2.2.1 Vantagens e desvantagens para a aprendizagem

Assim como os demais problemas, o problema quantitativo apresenta suas vantagens e desvantagens.

As vantagens encontram-se quando as discussões são realizadas somente dentro da área semântica de Física e não da Matemática. Dessa forma, isso se torna uma vantagem porque leva o aluno à compreensão do conceito físico.

Para Pozo e Crespo (1998, p.81), as vantagens estão descritas no seguinte trecho:

Geralmente é um meio de treinamento que, ao familiarizar os alunos com o manejo de uma série de técnicas e algoritmos, ajuda-os e fornece-lhes os instrumentos necessários para abordar problemas mais complexos e difíceis. A quantificação, por sua vez, permite estabelecer relações simples entre as diversas magnitudes científicas, o que facilita a compreensão das leis da natureza.

Com relação às desvantagens frisa-se que a forma como os problemas quantitativos são tratados, em sala de aula, pode confundir categoricamente os alunos, levando a confundir Física com Matemática.

Essa análise é sustentada por Pietrocola (2005, p. 103) em sua tese ao abordar que:

A resolução literal de problemas é pouco explorada no ensino de Física, a tendência do aluno é a de identificar a(s) equação(s) que julga relevante(s) à resolução e, de imediato, inserir os valores numéricos correspondentes para a determinação do que precisa. Contudo, muitas das vezes, esse processo se efetiva com pouca ou nenhuma compreensão conceitual.

Outra provável desvantagem como aduz Pozo (1998, p.81) “reside no fato que nos problemas quantitativos aparecem junto e, em muitos casos, superpostos ao problema matemático e aos problemas científicos”.

Ademais, Pozo e Crespo (1998 p. 81-82) também alertam que:

“o perigo é que as dificuldades matemáticas mascarem o problema de ciências, que o aluno, e às vezes o próprio professor, perceba e avalie o problema como uma tarefa essencialmente matemática”.

3.2.3 *As pequenas pesquisas*

Esse terceiro tipo de problema traz características dos outros dois tipos e, por essa razão, a ideia dessa nova modalidade é relacionar fatos com uma nova situação problemática que precisa ser resolvida com alguns formalismos matemáticos.

Sobre as pequenas pesquisas, Pozo e Crespo (1998, p. 82) as chamam de “trabalhos nos quais os alunos devem obter respostas para um problema por meio de um trabalho prático”. Essa modalidade condiciona uma aprendizagem de habilidades e estratégias sobre os dados da pesquisa a uma reflexão sobre os métodos utilizados e também a um desenvolvimento conceitual.

3.2.3.1 Vantagens e desvantagens para a aprendizagem

Entre as vantagens, deve destacar que é muito útil no ensino de ciências; relaciona os conceitos teóricos às suas aplicações práticas, ajuda na transferência dos conceitos escolares para âmbito mais cotidiano em alguns casos, e é muito motivador para os alunos. Este último aspecto torna – o um bom instrumento no ensino da resolução de problemas desse tipo de problema.

Entre as suas desvantagens, poderíamos citar as atividades que representam uma aproximação fictícia e o forçada ao método científico. Fictícia por que não são dadas as condições necessárias (tempo, material, etc.), e forçada por que na maioria dos casos o problema (muito simplificado) é imposto ao aluno.

3.2.4 *Como resolver um problema*

Os problemas diversos, sobretudo os de Física, precisam ser resolvidos. Contudo, encontrar caminhos que nos leve à obtenção da solução de um problema não é uma tarefa tão fácil.

Neste ângulo, Polya (2006, p.4-15) defende que, quando se tenta resolver um problema, são envolvidos alguns aspectos como a visão que se tem dele e a maneira de observá-lo. Quando surge um problema, geralmente, o que nos falta a princípio são informações suficientes para saná-lo. Mas, à medida que se faz várias reflexões a respeito do mesmo, no intuito de resolvê-lo, abre-se um leque de possibilidades direcionadas à sua resolução.

Partindo dessa reflexão, foram elaboradas quatro fases para resolução de um problema. São elas: a compreensão do problema, o estabelecimento de um plano, a execução e o retrospecto.

3.2.4.1 Compreensão do problema

A primeira etapa é a compreensão do problema. É essencial compreendê-lo para perceber-se o que é necessário fazer. Sobre este aspecto Ausubel (2003) relata que a compreensão depende amplamente de conceitos existentes e relevantes na estrutura cognitiva do aluno para aquela situação problema.

3.2.4.2 Estabelecimento de um Plano

Polya (2006) diz que só se consegue estabelecer um plano para a resolução de problema quando são conhecidos, pelo menos, de modo geral, os conceitos e uma noção matemática para aquele nível de conhecimento que o problema exige do aluno de tal modo que essas ferramentas sejam necessárias para fazer uma possível descoberta do que se pede na questão. Pode-se, também, considerar essencial para resolução a concepção da ideia de um plano.

A ideia de um plano pode surgir gradativamente ou depois de tentativas infrutíferas e de um período de hesitação. Podendo surgir repentinamente, como uma “ideia brilhante” (lembrando essa ideia ou “estalos”, que acontecem depende de conhecimento prévio do aluno no momento da resolução, até por que isso não surge em quem não tem conhecimento em nível da situação do problema que está

inserido).

Polya (2006), a respeito do que está sendo tratado, fala também da importância das experiências anteriores como subsídio para surgimento de boas ideias na elaboração de um plano.

Reforçando a proposição do parágrafo supramencionado, para iniciar a resolução de um problema físico é indispensável que o indivíduo esteja munido de adequado conhecimento, conforme já foi reafirmado por Ausubel, Novak e Hanesian (1978).

3.2.4.3 Execução do plano

Sabe-se que formulação de plano não é uma tarefa fácil. É preciso ter, além de conhecimentos prévios, bons hábitos mentais e de concentração no objetivo de resolver um problema, além de muita paciência, determinação. Nesse caso, o plano deve funcionar como um roteiro geral e, estando este bem estruturado, a sua execução é praticamente automática. É importante que o aluno observe se todos os detalhes estão inseridos nesse roteiro. A partir de então, há necessidade de examiná-los, pacientemente, um após outro até que fique claro o objetivo a ser alcançado.

Quando fora aluno prepara o plano, mesmo com ajuda do professor ou do colega, dificilmente a ideia do que ele almeja com o referido plano lhe fugirá.

3.2.4.4 Retrospecto

Normalmente, quando se chega à solução, passa-se para outro problema, como se não tivesse mais nada a fazer naquela situação anterior, ou ainda muda-se de assunto repentinamente. Dessa forma, compromete-se uma fase de perguntas, de verificação dos resultados sobre a questão, ou seja, há uma perda importante e instrutiva para o trabalho de resolução.

Se o retrospecto da solução é feito examinando-se o resultado final e o

caminho que levou até este, o aluno pode consolidar seus conhecimentos e aperfeiçoar a capacidade de resolver problemas. Por outro lado, quando o aluno reconhecer um desenvolvimento errôneo referente tanto ao aspecto conceitual quanto ao aspecto do formalismo matemático, ele próprio poderá buscar mais informações sobre a situação, que o levará a um maior envolvimento com o problema.

Partindo dessa premissa, Bruner (1968, p.18) diz que “o aluno deve desenvolver uma postura em relação à aprendizagem que é a investigação”.

O papel do professor é fazer com que o aluno entenda que no problema sempre existe possibilidade para levá-lo a uma situação nova de aprendizagem, já que nunca se torna totalmente esgotada a maneira de se chegar a uma possível solução, visto que sempre se tem o que fazer e o que aprender.

Essa fase da verificação ou retrospecto é igualmente importante a todas as demais, pois nela o aluno cumpriu o seu plano, escreveu a resolução e verificou cada passo. Apesar disso, pode haver erros, especialmente se a ideia física requer maior concentração no seu entendimento e se for trabalhoso o desenvolvimento matemático. Daí a necessidade de se fazer verificações e ainda se indagar: “É possível verificar a solução? É possível verificar a ideia física em questão?”.

Polya (2006) acredita que estas fases trabalhadas favorecem o desenvolvimento de uma atitude mental mais clara e produtiva em seus alunos.

3.3 Como propor um bom problema

Um bom problema é aquele que leva sempre a uma aprendizagem. No entanto, esses problemas possuem características bem específicas para o aluno. Segundo Dante (2000, p. 46-47) um bom problema tem as seguintes características:

a - Ser desafiador para o aluno

Os alunos devem ser colocados diante de problemas que os desafiem, que os motivem, que aumentem a sua curiosidade em querer solucioná-los.

b - Ser real

O problema quando se mostra muito abstrato leva a situação desmotivadora,

e assim, acarreta danos às futuras etapas da abstração natural, que o aluno vai adquirindo com o desenvolvimento das estruturas cognitivas ao longo de um processo de aprendizagem.

Após todas essas considerações, estratégias que se iniciem da prática, de exemplos concretos, valorizando o conhecimento prévio do aluno foram elaboradas na presente dissertação:

c - Ser interessante

A motivação é um dos fatores mais importantes para o envolvimento do aluno com o problema. E essa motivação é interior e natural quando os dados e as perguntas dos problemas fazem parte do dia-a-dia do aluno.

d - Ter o elemento desconhecido

É interessante é o que se procura responder no problema- o elemento desconhecido - seja algo que na realidade se desconheça e se queira saber.

e - Não consistir na aplicação evidente e direta de um formalismo ou de um conceito

É importante que o problema possa gerar muitos processos de pensamento, levantar muitas hipóteses e propiciar várias estratégias de solução (problemas abertos). O pensar e o fazer criativo devem ser componentes fundamentais no processo de resolução, e conseqüentemente, o da aprendizagem.

f - Ter um nível adequado de dificuldade

O problema deve ser desafiador, mas possível de ser resolvido pelos alunos daquela série. Um nível de dificuldade muito além do razoável para determinada série pode levar os alunos a frustrações e desânimos.

4 A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA COMO FATOR CONDICIONANTE DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Aborda-se, nesta pesquisa, a possível solução de situações problemáticas de física, em específico, de mecânica clássica, de modo que se tenha um papel relevante, significativo, transformador e organizador das ideias ou conceitos físicos adquiridos pelos alunos.

Para que isso ocorra é fundamental que os discentes mudem de postura em relação a maneira como lidam com as disciplinas baseadas, essencialmente, em cálculos, e como sugestões para tais mudanças, serão apresentadas uma série de estratégias que venham auxiliá-lo no momento da resolução do problema de mecânica. Acredita-se que, com as aplicações das estratégias de resolução, será possível a ampliação das estruturas cognitivas do aluno. Para Ausubel (1968), as estruturas cognitivas modificadas são evidências de uma aprendizagem significativa.

A solução de problemas é de fato uma forma de aprendizagem pela descoberta significativa. Segundo Moreira e Masini (1982, p.15): “Solução de problema é, sem dúvida um método válido e prático de se procurar evidências de aprendizagem significativa”.

Ausubel (1968) chama atenção e alerta para os cuidados que se deve ter diante de uma situação problemática para que não venha se tornar uma armadilha do conhecimento.

A solução de problema é um método válido e prático de medir a compreensão significativa de ideias. Entretanto, isto não equivale dizer que o aluno que é incapaz de solucionar um conjunto representativo de problemas não compreenda, *necessariamente*, mas tenha apenas memorizado mecanicamente os princípios ilustrados por estes problemas. A solução de problemas bem sucedida requer muitas *outras* capacidades e qualidades – assim como poder de raciocínio, flexibilidade, improvisação, sensibilidade aos problemas e astúcia tática - para compreender os princípios subjacentes. Consequentemente fracasso em solucionar os problemas em questões pode refletir mais precisamente em deficiências nestes últimos fatores do que falta de compreensão real (PIETROCOLA, 2005, p.120).

Sobre esta questão pode-se afirmar que:

O processo de resolução de problemas ganha em eficácia com a aplicação da teoria adequada; e o terreno mais favorável para o desenvolvimento da teoria é o que vem em resposta ao desejo de resolver os problemas interessantes. Assim as duas atividades – construção da estruturas e resolução de problemas – são altamente complementares e, realmente, dependem um da outra em currículo equilibrado (NIE, 1975, p.41).

De acordo com o exposto ainda existe outra forma de chegar a uma aprendizagem significativa. Para uma melhor explicação, reporta-se a ideia de Ausubel, Novak e Hanesian (1978, p.565) que identificaram dois tipos de aprendizagem pela descoberta significativa: a solução de problemas e a criatividade. O primeiro tipo de aprendizagem é explicado como:

“uma aprendizagem pela descoberta orientada por hipótese que requer a transformação e a reintegração de conhecimento existente para se ajustar às demandas de um objetivo específico ou de uma relação de meio e fim”.

Solucionar um problema requer alguns elementos, segundo esses autores, a habilidade que pode ser adquirida por meio de decisões, iniciativas para a busca de informações que possam auxiliar na solução dos problemas, persistência, atitude que provavelmente levará ao entendimento do problema, e conseqüentemente, motivará a autoconfiança, permitindo a não timidez diante das dificuldades apresentadas durante a tentativa de solução do problema em questão (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978).

O segundo tipo de aprendizagem pela descoberta significativa é a criatividade, considerada a mais sofisticada tentativa de solução de problema por ser “a expressão mais alta da solução de problemas, envolvendo transformações novas ou originais de ideias” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978, p.566).

Para esses autores, a criatividade é uma ferramenta indispensável para qualquer tipo de resolução de problema, e conseqüentemente, para a modificação das estruturas cognitivas do aprendiz no que tange a aprendizagem significativa.

No momento da resolução de um problema de

“qualquer atividade em que tanto a representação cognitiva de experiência passadas, quanto os componentes de um problema atual são reorganizados para que se alcance um determinado objetivo” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978).

Em linhas gerais a solução de problemas se torna cada vez mais estudada

por muitos outros pesquisadores desta área. Exemplo disso é Zylbersztajn (1998, p.11) ao entender que:

Este processo de iniciação ao paradigma seguramente funciona para alguns alunos, que assimilam com mais facilidade os padrões de solução e os transferem de forma adequada. Uma quantidade considerável dos alunos, no entanto, não consegue chegar a este estágio: se assim não fosse, a resolução de problemas não seria uma área de pesquisa em ensino.

Dentro do contexto acima, a aprendizagem significativa desenvolveu-se através da resolução de problemas de mecânica clássica. No entanto, isso ocorre quando, o profissional da educação faz com que o aprendiz absorva ideias ou conceitos de forma significativa.

O aluno, às vezes, se acha “inútil”, pelo fato de não saber como proceder diante da situação problema. Por esse e tantos outros obstáculos, o professor precisa estar atento a toda estrutura do problema que, por sinal, deve ser cuidadosamente trabalhada, para que o educando não se sinta frustrado e intimidado perante a situação problema.

Nesta perspectiva, Kuhn (1975 *apud* PIETROCOLA, 2005, p.125) reitera ser necessário:

Que o conteúdo cognitivo das formulações contidas nos conceitos, modelos, leis e teorias da Física, seja convenientemente contextualizado, exemplificado e possível de ser apropriado à medida que o aprendiz se envolva e se dedique à solução de problemas.

Na aprendizagem de um determinado conceito, através da exposição multicontextual da situação problema, é provável que se consolide determinado assunto muito mais do que se trabalhado dentro de um mesmo contexto.

Do ponto de vista acima, Ausubel (2003, p.190) coaduna e aprofunda-se nesse comentário: “se apreendem mais prontamente os atributos de definição de um determinado conceito quando se encontra o mesmo em muitos contextos diversos”.

É fundamental o professor saber como se relacionar com seus alunos em sala de aula, até porque esses sujeitos em formação, em busca de identidade, se encontram em uma constante transição, sendo complexa, na sua grande maioria, ou seja, pertencem a uma faixa etária entre 13 a 18 anos.

Sobre a adolescência Inhelder e Piaget (1976) e Erikson (1972) realizaram

pesquisas que, de certa forma, contribuíram para esta questão. Esta fase é marcada por uma profunda transição entre a infância e a vida adulta, cuja visão de mundo está passando por um processo de formação contínua. Sobre esta questão, pode-se dizer que:

A maturação do sistema nervoso se limita a determinar o conjunto das possibilidades e impossibilidades para determinado nível, em determinado ambiente social, e é, portanto, indispensável para a efetivação dessas possibilidades. Depois, essa efetivação pode ser acelerada ou retardada em função das condições culturais e educativas; é por isso que tanto o aparecimento do pensamento formal quanto a idade da adolescência em geral, isto é, a integração do indivíduo na sociedade adulta, dependem dos fatores sociais tanto e até mais do que dos fatores neurológicos (LNHERDER; PIAGET, 1976, p. 251).

Nesta fase tão complicada o professor muitas das vezes não está preparado, capacitado para pensar e atuar criativamente com seus alunos. No entanto, espaços formais de ensino pregam a noção que aquele ambiente deve formar alunos criativos. Contudo, os próprios docentes não são contemplados com uma boa formação acadêmica nem tão pouco passam por um processo que os levaria a atos de criatividade, e esta é uma das razões na qual, ensinar torna-se uma tarefa complicada, a gerar uma contradição para educação e, conseqüentemente, a atrapalhar a aprendizagem do aluno. Porém, com todos os problemas que o professor enfrenta, mesmo assim, ele tem papel fundamental no ato pedagógico.

Os alunos calam-se em função das dificuldades que se colocam a todo instante em seu dia-a-dia, como os desafios e as provocações. Daí então, o profissional da educação com sua experiência, presume que já conhece ou tem uma ideia sobre os obstáculos. Pensando nisso, faz-se necessário favorecer aos estudantes o domínio de procedimentos e a capacidade de utilizar e buscar conhecimentos para responder a tais obstáculos. É importante, portanto, que a solução de problemas não fique explicitamente ligada somente à formação de conteúdo, mas, e principalmente, a uma forma de favorecer atividades didáticas (ECHEVERRÍA; POZO, 1998).

Sobre o mesmo entendimento Echeverría e Pozo (1998, p.156) apontam para esta questão, dizendo:

Com objetivo de desenvolver as habilidades no educando buscamos na Metodologia de resolução de problemas, uma alternativa para auxiliar-nos nestas dificuldades. Pois, a solução de problemas é uma das maneiras mais acessíveis de fazer o educando aprender a aprender.

A habilidade de resolver problemas é considerada como uma forma de competência essencial segundo os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM). E deve ser trabalhado desde o início da escolaridade no ambiente formal. No entanto, pode-se constatar que nas escolas ou nos espaços formais este tema é simplesmente esquecido ou deixado para uma segunda opção, pela falta de preparo dos docentes no que tange a elaboração de estratégias que motivem estes alunos.

Dante (1989), afirma que a resolução de problema pode auxiliar e bastante no desenvolvimento de habilidade do educando, utilizando situações-problemas poderemos envolvê-lo e desafiá-lo a ponto de incentivá-lo para que dessa forma lhe proporcione o pensamento produtivo.

4.1 Problematização

A problematização é uma das maiores preocupações de muitos cientistas que se dedicam a resolução de problemas relativos ao ensino-aprendizagem das ciências, e, em específico, na Física. Pode-se citar Gaston Bachelard. É dele a ideia de que o conhecimento é algo que surge a partir da compreensão da formulação de situações problemáticas. Sobre este aspecto Bachelard (1997 p. 148) afirma:

Antes de tudo o mais, é preciso saber formular problemas. E seja o que for que digam, na vida científica, os problemas não se apresentam por si mesmos. É precisamente esse sentido do problema que dá a característica do genuíno espírito científico. Para um espírito científico, todo conhecimento é resposta a uma questão. Se não houve questão, não pode haver conhecimento científico. Nada ocorre por si mesmo. Nada é dado, tudo é construído.

No ensino de Física, quando um professor comete um erro, na tentativa de formulação de um problema, este mesmo erro, poderá ser considerado como uma forma de estratégia de ensino-aprendizagem.

No entanto, a elaboração da situação problema, mesmo de forma proposital,

contendo uma série de erros, é extremamente importante para o aluno, quando o docente se propõe a corrigir a problemática com a intenção de mostrar que mesmo errando também se aprende.

Neste trecho Bachelard (1977, p.50) comenta:

“Sempre me surpreendeu o fato de que os professores de ciências, mais que os outros, não compreenderem que não se possa compreender. Poucos são aqueles que aprofundam na psicologia do erro”.

Na construção das possíveis situações problemáticas, o professor encontra dificuldades, porém deve-se ressaltar que o importante, nesta execução, é levar em consideração os conhecimentos prévios deste aluno.

O professor tem que expor a ideia física ou fenômeno de maneira que este aluno venha naturalmente fazer uma comparação entre o seu modelo de explicação com o que está sendo exposto e, em conjunto, questionar quem pode explicar melhor o fenômeno. O próprio Bachelard (1977, p.150) chama a atenção dos professores: “tem-se como pressuposto que o estudante chega à aula de Física com conhecimento empírico já construído, fruto da sua interação com a vida cotidiana”, portanto, durante a educação escolar não se trata de adquirir uma cultura experimental, mas de mudar de cultura experimental, derrubar os obstáculos já amontoados pela vida cotidiana.

Sobre esses conhecimentos prévios segue-se o ponto de vista de Snyders (1988 apud PIETROCOLA, 2005), ao defender que a primeira cultura precisa ser transformada, de modo a possibilitar uma mudança na compreensão do aluno sobre o tema. Também reitera que o processo de transformação desse conhecimento anterior para um conhecimento mais elaborado deve estar bem fundamentado e explicado, como se confirma no trecho abaixo:

(...) não nos ateremos a uma simples transformação do conhecimento, é “uma reforma do ser conhecedor que está em jogo”, uma “*catharsis*” que será simultaneamente intelectual e afetiva (...) O simples bom senso, a observação comum constituem “obstáculo” ao conhecimento e isso porque o erro é “primário, normal, comum”, responde a uma estrutura, possui consistência; essas ilusões correspondem a uma lógica, são “solidárias” umas com as outras e, portanto, tenazes. Daí a necessidade de uma espécie de “psicanálise” dos erros iniciais (SNYDERS, 1988, p.104).

Segundo Bachelard (1977), o conhecimento do senso comum ou conhecimento vulgar, que de certa forma pode-se associar às manifestações

dessas.

Na pedagogia problematizadora, o professor tem um papel importante de excitar ou provocar no aluno o espírito crítico-reflexivo, a curiosidade, e evitar a insubmissão, a não aceitação do conhecimento que é simplesmente exposto. Os educadores têm como uma de suas tarefas primordiais é trabalhar com os educandos a rigorosidade metódica com que devem se “aproximar” dos objetos cognoscíveis (FREIRE, 2008).

Na visão freiriana a aprendizagem se dá com a formulação e a reformulação dos saberes pelo aprendiz em conjunto com o professor. Este processo pedagógico problematizador, no entanto, motivará o aprendiz a deflagrar uma crítica reflexiva e a sua curiosidade, tornando-se epistemológica, levando assim ao ato de aprendizado (FREIRE, 2008).

A problematização dos conteúdos deve ser bem formulada e essa formulação a princípio deve-se coadunar com algumas características bem específicas. Sobre este assunto, Dante relata algumas características, como ser desafiador, ser real, ser interessante o uso adequado da linguagem na redação do problema e ter um nível adequado de dificuldade para o aluno (idem, 2000, p.46-48). Isso tudo implica em uma boa construção de um problema.

Ainda concernente à problematização, cita-se Pietrocola (2005) que discorre acerca das etapas a seguir:

a) A Escolha e a formulação adequada de problemas de modo que permitam a introdução de um novo conhecimento, ou seja, os conceitos, modelos leis e teorias da Física, sem o que os problemas formulados não possam ser solucionados. Não se restringe, portanto, apenas à apresentação de problemas a serem resolvidos com a conceituação abordada nas aulas, uma vez que, esta ainda não foi desenvolvida. São, ao contrário, problemas que devem ter o potencial de gerar no aluno a necessidade de apropriação de um conhecimento que ele ainda não tem, e que ainda não foi apresentado pelo professor. É preciso que o problema formulado tenha um significado para o estudante, de modo a conscientizá-lo de que a sua solução exige um conhecimento inédito.

b) Um processo pelo qual o professor, ao mesmo tempo em que apreende o conhecimento prévio dos alunos, promove a sua discussão em sala de aula, com a finalidade de localizar as possíveis inconsistências internas aos conhecimentos emanados das distintas falas dos alunos para problematizá-las, tem por outro lado,

como referência implícita, o problema que será formulado e explicitado para os alunos no momento oportuno, bem como o conhecimento que deverá desenvolver como busca de respostas. A intenção é fazer acontecer o significado para o aluno, mostrando o problema que oportunamente será formulado.

Os pesquisadores da área de ensino de Física acreditam que o conhecimento espontâneo é adquirido em contexto vivenciado pelo próprio aluno, tornando-se uma ferramenta indispensável, para um possível ponto de partida para a problematização. Os conceitos espontâneos ou alternativos preconcebidos por esses alunos são importantes para iniciar uma possível relação com aquele conhecimento abstrato e sistematizado, fortalecido na melhor das hipóteses e exposto em sala de aula. Podem-se verificar as reais vantagens explicativas de determinadas situações cotidianas vividas por eles dentro desse novo conceito físico. Porém, em parágrafos anteriores abordou-se que estes conhecimentos alternativos ou espontâneos em confronto com conhecimentos mais elaborados geram modelos distintos, quer dizer que nem sempre um modelo está certo e outro está errado. Pode-se citar a história do modelo corpuscular e ondulatório da luz que é um exemplo importante de um confronto entre modelos alternativos com o domínio temporário de um deles sem o abandono total do outro.

Sobre este aspecto, Pozo e Gómez Crespo (1998 p. 103):

“En suma, las concepciones alternativas no son algo accidental o coyuntural sino que tienen una naturaleza estructural, sistemática. Son el resultado de una mente o un sistema cognitivo que intenta dar sentido a un mundo definido no sólo por las relaciones entre los objetos físicos que jse establecen em torno a esos objetos”.

Sobre o conhecimento espontâneo, Villani (1988, p. 23) discorre o seu ponto de vista: “a função do ensino não é acabar com as ideias espontâneas, porém fortalecer as científicas, estruturando-as e ampliando seu poder de explicação até onde é razoavelmente possível e viável”. As ideias espontâneas devem ser enfrentadas somente na medida em que constituem um obstáculo à expansão legítima do conhecimento científico.

O processo que está incluso nesta fase de aprendizagem, que é a problematização, é o de metacognição, entendida como uma situação que requer uma reflexão sobre aquilo que já foi pensado antes ou feito. Nessa ideia, a resolução de problemas contribui para construção e ampliação do conhecimento lógico

matemático em função das provocações mentais, ou seja, de um profundo processo de abstração e reflexão que ocorre quando o indivíduo estabelece uma relação entre o objeto e a situação. Para que isso venha a se concretizar é necessário que seja imprescindível que se trabalhe em todo o período de escolarização com problemas.

O ensino de Física nesta perspectiva de ensino-aprendizagem, baseado em estratégias de resolução de problemas de mecânica, se torna cada vez mais rico quando se tem um comprometimento responsável, tanto por parte do aluno como do professor, no que tange a elaboração apropriada a contextualização da origem, formulação e solução de problemas, que interliga propositalmente as teorias e culminam com os modelos, que de fato tenham contribuições fundamentais na formação dos estudantes, de forma geral e em específico os de ensino médio que possivelmente não terão outra oportunidade de estudar a Física de forma sistêmica. Como explanam Pozo et al., (1994, p.9) “O ensino baseado na resolução de problemas supõe fomentar nos alunos o domínio de procedimentos para dar resposta a situações distintas e mutáveis”.

Segundo os PCN's (BRASIL, 1999) um dos os deveres mais importantes do professor, em sala de aula, é servir de mediador entre o conhecimento e o aluno para que o primeiro possa levar o segundo a uma aprendizagem significativa, porém, na maioria das vezes, isso não ocorre. Em contrapartida, ocorre um processo diferente que é a transmissão de conhecimento. Sobre esta ideia, de como é transmitido o conhecimento ao aluno, Pinheiro (1996, p.50) chama atenção quando afirma:

Um exemplo disso é que, de maneira geral, quando um livro didático utilizado no ensino médio apresenta a *mecânica clássica*, a visão aristotélica de movimento, quando aparece, é apresentada como uma concepção ingênua e incompleta, que foi superada pelo paradigma newtoniano. Nesta perspectiva, força, massa, aceleração, referencial inercial são conceitos apresentados sob forma sequenciada e harmônica, como se fossem conceitos simples, que se encerram em si mesmos. Não é levado em conta que os significados desses conceitos dependem do papel que eles desempenham no interior da teoria.

Com isso, percebe-se que a simples transmissão de conteúdos leva a algumas situações, como a mera memorização por parte do aluno, desencadeia a descaracterização do processo histórico e prejudica a aprendizagem.

4.2 Modelos

Os modelos físicos são utilizados para facilitar a resolução de problemas e consequentemente auxiliarem no entendimento dos conceitos físicos. Sobre esta idéia Kneller (1978 p. 138), corrobora que o modelo é “a essência da teoria e a organização dedutiva como um auxiliar heurístico opcional”.

O aluno também constrói o seu modelo empírico explicativo para expressar certas situações do seu cotidiano, situações essas expostas pelo aluno que precisam ser resolvidas.

Diante do exposto acima, merece destaque enfatizar este trecho:

Descartes, por exemplo, considerou o coração como uma fornalha, ao passo que Harvey o visualizou como uma bomba. Descartes estava errado. O coração é uma bomba, porque é a ação de bombeamento do coração que faz o sangue circular. Portanto, os cientistas descobrem como a natureza realmente funciona propondo modelos e investigando as hipóteses que eles geram (KNELLER, 1978, p.138-139).

Pensando nisso a modelagem por parte do aluno facilita a construção da aprendizagem. Essa é uma das estratégias de ensino. Sem dúvida a construção de modelos facilitará a ativação do processo meta-cognitivo.

Durante as aulas, os modelos criados pelos alunos, no momento da resolução do problema de mecânica, podem se tornar uma criatividade, que é requisito para a aprendizagem significativa (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978, p.566). No entanto, o professor deve estar atento àquele modelo exposto pelo aluno, procurando sempre motivá-lo e auxiliá-lo nas possíveis limitações.

4.3 Matemática como fator indispensável para aprendizagem

A Matemática é uma ferramenta indispensável para qualquer ciência, no entanto, o que se vê em seu processo de ensino-aprendizagem, na maioria das escolas brasileiras, é que está se tornando um problema cotidiano. Isso acontece em todos os níveis de ensino, seja no fundamental, médio ou no ensino superior, pois muitos dos alunos que ingressam no ensino médio encontram sérios obstáculos com relação à aprendizagem sequenciada desse ramo do conhecimento.

O professor de Física deve mostrar para seus alunos que a Matemática, não se resume na representatividade dos conceitos físicos, mas como elemento estruturante que irá formar novas ideias. Sobre este aspecto, Pietrocola e Silva (2003, p.01) expõem seu ponto de vista:

Normalmente, as leis da física são expressas através da linguagem matemática. Devido a uma precária discussão sobre o papel da Matemática, os estudantes normalmente vêm as equações como meras fórmulas, sem notarem que elas são funções relacionadas com modelos particulares para a descrição de certos aspectos do mundo empírico. Por outro lado, muitos professores ainda têm a concepção ingênua de que, devido a sua precisão e universalidade, assegurada por sua estrutura formal, a matemática é apenas uma ferramenta a mais, utilizada pelo método empírico-dedutivo.

Matemática é uma forma de linguagem que faz interligações com as ciências e também é usada para construir modelos e teorias de três maneiras diferentes. A primeira maneira, e a menos comum, consiste em construir um formalismo matemático e depois interpretá-lo fisicamente, a segunda e mais frequente é começar com uma ideia física e depois procurar torná-la mais precisa, expressando-a matematicamente, e finalmente o cientista usa a matemática para deduzir as consequências de seus pressupostos (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978).

Para isso se tornar significativo ao aluno, é imprescindível que se compreenda as relações entre o formalismo matemático e os conceitos que a mecânica clássica apresenta no ambiente escolar ou no seu cotidiano. Neste sentido, Pietrocola e Silva (2003 p. 02) explicam: “levar os estudantes a compreender o papel estruturador da matemática no contexto das ciências experimentais em geral são objetivos dos mais importantes na perspectiva de uma educação científica”.

Para Kneller (1978, p. 140-141):

A matemática fornece ao cientista uma série de estruturas dedutivas, por meio das quais pode inferir as implicações de enunciados como leis empíricas ou princípios teóricos que são isomórficos com as proposições contidas nas próprias estruturas matemáticas, ou têm a mesma forma lógica dessas proposições.

Na reflexão dessas questões, percebe-se nos alunos que tem raciocínio lógico proveniente da matemática além de uma boa fundamentação teórica dos conceitos físicos a capacidade, no momento da resolução de problema, de se ter uma aprendizagem muito mais consistente.

5 ESTRATÉGIAS

As estratégias de resolução de problemas estão evidenciadas nas teorias dos autores abordados na fundamentação teórica desta dissertação.

Não há dúvidas de que essas estratégias estão ligadas às teorias de aprendizagem significativa, pois mediante a aplicabilidade delas, em um problema fechado, o professor terá domínio sobre uma situação problemática, facilitando assim a referida aprendizagem.

Como se pode ver, a forma como estão organizadas as dez estratégias abaixo facilitará a manipulação delas durante o processo resolutivo e, dessa maneira, conduzirá o aluno ao processo de aprendizagem significativa.

Estratégia 1: Levantamento e classificação das “coisas” relacionadas a Mecânica.

Comentário:

Do levantamento

Sugere-se que o levantamento comece com uma pergunta e como sugestão temos: Quais as “coisas” que você julga ter relação com a Mecânica?

Partindo-se desse pressuposto o aluno falará sobre as mais variadas “coisas” que julga ter relação com a Mecânica. Propõe-se ainda que o professor pergunte ao aluno qual a relação que ele faz entre aquelas “coisas” e a Mecânica (GREF, 2002, p.20).

Esse levantamento das “coisas” relacionadas à mecânica é o ponto chave para que o professor e o aluno compartilhem entre si um conhecimento comum.

As “coisas” que os alunos relatam sobre mecânica estão inseridas no cotidiano e vivenciadas por eles. Por essa razão é que esse conhecimento sobre Mecânica será valorizado durante a montagem de situações problemáticas e, conseqüentemente, dará mais sustentação ao ensino/ aprendizado.

Nesse levantamento, aluno e professor estabelecem uma interação, pois segundo Mees (2009), o conhecimento prévio é o ponto de partida para uma interação entre professor e aluno, cujo propósito está voltado para a aprendizagem significativa do aluno.

Da classificação

Após o levantamento das “coisas” tem-se a continuidade com uma classificação.

A classificação das “coisas” relacionadas à Mecânica acontece com a separação de temáticas relevantes da estrutura desta área da física, como exemplo, tem-se a separação de “sistemas dinâmicos, como um foguete, de sistemas estáticos como uma ponte”. (GREF, 2002, p.16).

Como o aluno participa do levantamento e da classificação pode o professor ter uma ideia, desde logo, das áreas de conhecimento e de interesse de cada turma. (GREF, 2002, p.16).

Estratégia 2: O envolvimento do aluno com a situação problema.

Comentário: Este envolvimento se dará com um fato narrado pelo professor.

A implementação desta estratégia está voltada para narrativa feita pelo o professor de um fato que tenha um envolvimento direto com o levantamento das “coisas”.

Estratégia 3: Mostra-se a situação problemática e pergunta-se aos alunos como descreveriam e explicariam tal situação:

Comentário: Esta forma de ver a situação problemática induz o aluno a expor o seu conhecimento empírico para descrever e explicar o problema.

A implementação desta estratégia está em colocar para o aluno um problema e sem fazer nenhum cálculo, somente com a leitura – solicitar que ele explique verbalmente a questão, ou seja, compreenda o que a questão quer dizer.

Caso o aluno não consiga explicar tal problema, o professor deverá ajudá-lo relembrando alguns conceitos pertinentes à situação e comentar outra situação problemática semelhante à atual. Em seguida, o professor deve deixar o aluno tentar novamente buscar a compreensão da questão até clarear suas ideias.

Estratégia 4: Procura-se mostrar ao aluno que ele deve antes do processo resolutivo, estar munido de alguns conhecimentos básicos de matemática e da língua materna:

Comentário1: Esta estratégia deve ser aplicada em toda resolução da situação problema.

Comentário 2: Tanto a linguagem matemática quanto a língua materna devem ser objeto de domínio, porque a partir delas se inicia todo o processo de entendimento da questão e conseqüentemente levará o aluno a uma interpretação da situação física, implicando que não se pode descartar a possibilidade de não ter o “domínio pleno” dessas linguagens, que se configuram ferramentas importantes nesse processo de resolução.

A implantação dessa estratégia deve ser feita com a realização de exercícios ou problemas que envolvam aplicação direta de cálculo e ao mesmo tempo a aplicação de um texto, para extrair a ideia da questão.

Acredita-se que o professor trabalhando com esse modelo de questões, no primeiro momento, e sempre enfocando a importância da leitura e do cálculo, poderá, no exato desenvolvimento, despertar a busca das ferramentas discutidas e tão importantes para a aprendizagem.

Estratégia 5: Seguem-se os passos de como resolver o problema partindo da orientação de Polya, a qual está descrita nesta dissertação nas páginas 33 a 36 (estabelecimento de um plano, execução do plano e retrospecto do desenvolvimento);

Comentário: a implementação de um plano deve ser feita por duas maneiras, pela recapitulação dos conceitos físicos e pela verificação da compatibilidade do nível do conhecimento matemático do aluno com a questão a ser analisada.

Deve-se lembrar que, nesta fase, o aluno já compreendeu o problema, sendo esse o momento de discutir com o professor sobre as possibilidades de resolução da questão, ou seja, fazer perguntas do tipo “como a questão seria resolvida”, situação propícia em que o professor deverá ficar atento às colocações para questionar, esclarecer, corrigir e só depois sugerir, se for necessário.

É válido também pedir ao aluno para modelar ou fazer um desenho explicativo da questão em análise, com base no que foi explicado. Caso o aluno não consiga explicar verbalmente nem através de modelo, o professor deve ajudá-lo, sempre o motivando e o parabenizando pelo progresso, por menor que seja.

A execução do plano desenvolve-se com aplicação direta dos conceitos físicos e, se for o caso, deve-se aplicar o formalismo matemático na questão.

O retrospecto da questão é uma parte a que se deve dar uma atenção especial e será conduzida pedindo ao aluno para retornar as diversas etapas do

processo resolutivo e efetuando perguntas do tipo: “Como a grandeza física foi inserida?”. Num segundo momento, fazer a verificação dos dados numéricos no formalismo, se houver necessidade, e depois levantar questionamentos sobre a coerência daquele resultado.

Estratégia 6: Motiva-se o aluno a fazer a questão, mesmo que erre:

Comentário1: Esta estratégia deve ser aplicada em toda resolução da situação problema.

Comentário 2: O erro é importante, pois através dele também se pode discutir as possibilidades de ideias que foram levantadas erroneamente para tentar a resolução do problema e assim se leva ao entendimento da questão por inferência, ou seja, aprende-se a não cometer o mesmo erro em uma única situação problemática, o que é sem dúvida uma forma de aprendizado.

Cada vez que se sabe mais sobre os erros cometidos, durante o processo de resolução, se torna mais claro e fácil o entendimento da ideia física, aproximando-se cada vez mais da solução que se pretende. É, nesse processo de observação do próprio erro, que certamente se aprenderá muito mais do que resolvendo o problema na primeira tentativa.

Quando um aluno comete erros, o que é extremamente natural, o professor deve pôr em prática técnicas como:

- a) Dar atenção a este aluno no momento da sua dificuldade;
- b) Corrigir alguns conceitos físicos;
- c) Dizer a ele que desenvolveu por outro caminho e que este caminho diminuiu as possibilidades do erro (devendo deixar claro este ponto motivador);
- d) Relatar para a turma algo interessante levantado pelo aluno na questão;
- e) Deixar atividades para que ele possa desenvolver em casa;

E, nessa perspectiva, o professor não deve deixar de discutir as atividades que passou para o aluno tampouco deixar de mencionar que ele tem todos os requisitos para resolver a questão.

Para motivar o aluno, o entusiasmo do docente, no momento da explicação, e a afetividade são fatores que poderão ser de suma importância para se estabelecer uma relação de confiança entre o professor e o aluno.

Sobre a motivação e os melhores professores, Piletti (2004, p. 234) discorre: “uma pesquisa realizada pela revista norte-americana - *Times* - revelou que os melhores professores dos Estados Unidos não eram precisamente os que usavam as técnicas de ensino mais refinadas. Os melhores professores eram aqueles que, estimulados por seu entusiasmo, encontravam maneiras próprias de comunicar e ensinar”.

Estratégia 7: Explicar a simbologia para o aluno:

Comentário: Esta estratégia visa a uma compreensão dos símbolos das grandezas envolvidas na resolução da questão.

Na prática, o professor informará o aluno sobre a simbologia das grandezas e suas respectivas unidades, no momento da resolução.

Estratégia 8: Durante o desenvolvimento do formalismo matemático, o professor deve deixar claro de onde estão surgindo as equações:

Comentário: Esta estratégia visa desmitificar a ideia de que as equações já estejam prontas ou sempre estiveram. Por essa razão simples, é que o professor deve mostrar a sua construção sempre que for possível para o aluno.

E a sua execução será conduzida observando os conceitos físicos, os modelos descritos no primeiro passo e sempre na presença do aluno, para ele ver de fato como é o surgimento do formalismo matemático.

Estratégia 9: Deixar claro dentro do formalismo matemático os conceitos sobre as grandezas físicas que estão sendo trabalhadas:

Comentário: A implementação dessa estratégia está dividida em duas formas: a primeira, o professor pergunta, o aluno responde, dando a este a oportunidade para que se inicie num processo de desenvolvimento do espírito crítico; a segunda, poderá acontecer surgimento de hipóteses, levantadas pelos os alunos durante o desenvolvimento da situação problemas. Após o desenvolvimento o professor confirmará ou refutará as hipóteses levantadas por eles.

Estratégia 10: Discutir o comportamento dinâmico ou estático do objeto:

Comentário: Essa estratégia deve ser aplicada colocando valores numéricos, nas relações matemáticas obtidas e observando o comportamento dinâmico ou

estático do objeto.

Segundo Peduzzi e Peduzzi (2005) e os problemas de enunciados abertos e fechados desenvolvidos e analisados fisicamente conduzem o aluno à assimilação de conceitos de forma organizada que a situação exige.

5.1 Aplicando as estratégias.

Para fazer uso das estratégias, que estão em consonância com as teorias apresentadas nesta dissertação, será elaborado e resolvido um problema fechado, pelo professor, cujo enunciado seja relacionado com as “coisas” extraídas do levantamento.

A aplicação da **primeira estratégia** se dá com o levantamento e a classificação das “coisas”.

Observe abaixo a sua implementação.

Sugere-se para o emprego desta estratégia que se comece com a pergunta, Quais as “coisas” que você julga ter relação com a Mecânica?

Depois da pergunta acima, os alunos discorrerão sobre as “coisas” que conhecem e acreditam ter uma relação com a Mecânica. O professor, por sua vez, montará uma lista, seguindo rigorosamente as informações fornecidas pelo levantamento das “coisas feitas pelos os alunos”.

O professor poderá complementar a lista de forma que as “coisas” que ele sugerir estejam dentro do cotidiano do aluno.

Segue abaixo exemplos de informações fornecidas pelos alunos sobre as “coisas”.

- a) Bicicleta
- b) Baladeira
- c) Alicates
- d) Macaco de autos
- e) Torno
- f) Empurrar o frizer
- g) Tirar água do poço
- h) Abridor de garrafa

- i) Ponte
- j) Carro
- k) Empurrar o fogão
- l) Força

O levantamento feito e exposto de acordo com a discriminação contida da lista foi para mostrar o conhecimento informal dos alunos com relação à Mecânica.

Após esse levantamento o professor estabelece alguns grupos de classificação. Como exemplo, tem-se o movimento de translação, movimento de rotação e etc. Porém, todos os grupos devem ser bem explicados pelo professor no intuito de subsidiar os alunos quando classificarem as “coisas”, bem como dar a eles condições de justificarem o porquê desta classificação.

Dando prosseguimento a essa etapa, começa-se o processo de classificação das “coisas” quanto:

- a) movimento de translação;
- b) movimento de rotação;
- c) Equilíbrio;
- d) Outros;

As listas abaixo trazem ilustrações de uma possível classificação de elementos quanto aos tipos de movimentos (translação e rotação), equilíbrios e outros.

➤ **Movimento de translação**

- a) Bicicleta
- b) Baladeira
- c) Empurrar o fogão
- d) Empurrar o frizer
- e) Carro

➤ **Equilíbrio**

- a) Alicate
- b) Torno
- c) Ponte
- d) Macaco de autos

➤ **Movimento de rotação**

- a) Tirar água do poço

➤ **Outros**

- a) Força
b) Abridor de garrafa

Depois do levantamento e da classificação, o professor já dispõe de uma série de informações que o ajudará na elaboração de questões voltadas para temas levantados pelos alunos.

Para dar continuidade no processo de ensino aprendizagem emprega-se a **segunda estratégia**.

Nesta estratégia, o professor deverá envolver ainda mais o aluno, seja com uma história, seja com um fato ocorrido. Contudo, é mister que este fato ou acontecimento esteja inserido e tenha um envolvimento direto com as “coisas” que foi mencionado durante o levantamento feito pelos alunos. O intuito é fazer com que as situações problemas que serão formuladas, expostas e apresentadas ao aluno tenham mais significados.

Observe abaixo a sua implementação.

Envolvendo o aluno:

a) Criar ou falar a respeito de um fato que esteja em consonância com o levantamento das “coisas” feitas pelos alunos e tenha uma ligação com a aula que será ministrada com a finalidade de chamar atenção deles, tornando-os ativos e participativos na construção do seu conhecimento.

Criando um fato ou acontecimento:

Empurrar o fogão é um acontecimento e também uma informação descrita na lista fornecida pelos os alunos durante o levantamento das “coisas”. Por essa razão é que criaremos em torno deste acontecimento uma história como segue abaixo.

O professor dirá aos alunos que gostaria de relatar um fato ou acontecimento que ocorreu com ele, como por exemplo:

“Bem, eu estava sozinho em casa no feriado e de repente me deu uma vontade de fazer uma faxina e trocar os móveis de lugar. Foi a partir deste momento,ou seja, empurrar o fogão que começou o meu trabalho que exigia muita força física. Eu acreditava que não seria difícil empurrá-lo, pelo fato do chão ser de

cerâmica e ser plano, bem como pelo fato do fogão ter rodinhas. Mas me enganei! Tive que chamar o vizinho para me ajudar”.

b) Após o fato ou acontecimento narrado:

Com base no fato narrado, diga aos alunos para redigirem ou falarem sobre uma história semelhante ocorrida ou presenciada em suas vidas.

Essa estratégia tem como objetivo fazer com que os alunos se envolvam com a aula e relatem experiências do cotidiano vivenciadas por eles, sobre situações específicas que envolvam a movimentação de objetos no plano horizontal. As experiências relatadas, segundo Ausubel (1968), servem de base para que o aluno possa aprender novos conceitos.

c) Faça perguntas explorando as situações semelhantes à história ou ao fato contado pelos alunos ou à história que você mesmo relatou.

Sobre o fato contado pelo professor sugeram-se as indagações abaixo:

- Será que as panelas cheias de comida que estão dentro do fogão têm alguma coisa a ver como o movimento dele quando empurrado?
- Não seria mais fácil empurrar o fogão vazio, ou seja, sem panelas cheias de comida dentro dele? Justifique.
- Você acha se o chão estivesse molhado o fogão se moveria mais facilmente quando empurrado? Justifique.
- Como se deve empurrar o fogão para que se movimente no sentido desejado?

Com essas perguntas ou outras que poderão surgir, acredita-se que o professor poderá discutir ou explorar ao máximo o conhecimento prévio do aluno a respeito do movimento do fogão. Após tais questionamentos relatados no parágrafo acima, pressupõe-se que o aluno se familiarizará com a idéia de movimentação de um objeto. Desta forma, torna-se mais fácil inserir o conceito sistematizado sobre o movimento.

Após esta estratégia mencionada, aplica-se a **terceira estratégia** em que o professor apresenta uma situação problema sobre movimento no plano horizontal. Esta situação é retirada do levantamento das “coisas” feitas pelos alunos ou de um fato retirado do cotidiano do aluno, para que ele possa emitir opiniões e elaborar hipóteses de forma consistente.

Entende-se que tais procedimentos se direcionam para o desenvolvimento de um espírito crítico e investigativo, na medida em que são praticados o entendimento,

a observação e a experimentação.

Deve-se enfatizar que uma situação problema é significativa para o aluno segundo Ausubel (1968), quando relaciona ou interliga conceitos externos de forma harmoniosa com o conhecimento prévio que já existe na sua estrutura cognitiva. Então, o problema fechado abaixo se tornará significativo desde que o aluno consiga relacioná-lo não arbitrariamente com o seu conhecimento prévio.

5.2 Problema fechado

Exemplo 1: Um frizer de massa M sobre um plano horizontal é empurrada por um homem que imprime uma força inclinada em relação ao plano. Encontre a expressão geral da intensidade da força acima mencionada, sabendo ainda que o coeficiente de atrito é μ e que a intensidade da aceleração da gravidade é g . Estude casos particulares da expressão geral da intensidade da força obtida.

Depois de ter mostrado a situação problema, o professor pergunta ao aluno como este descreveria ou explicaria verbalmente a questão, ou seja, o que a questão quer dizer no seu entendimento. Caso encontre dificuldades e não consiga explicar, o professor deve ajudá-lo, fazendo algumas perguntas a respeito do que foi anteriormente sugerido, por exemplo: “essa situação é parecida com o fato ou acontecimento relatado sobre o fogão”?

Independente da resposta do aluno, o professor deve sempre motivá-lo ou parabenizá-lo pelo progresso. E depois deixá-lo novamente buscar a compreensão (BACHELARD, 1977). A compreensão é um dos primeiros passos na tentativa de resolução da situação problema. Sobre essa ideia, Polya (2006, p. 05) descreve que “é uma tolice responder a uma pergunta que não tenha sido compreendida”.

O emprego da **quarta estratégia** está em chamar sempre que for possível a atenção dos alunos quanto à importância da leitura do problema, porque dela ocorrerá o entendimento da situação física e possibilitará a aplicação das demais estratégias.

Seguindo com a resolução, aplica-se a **quinta estratégia**. Podem-se estabelecer, neste momento, outros passos além da compreensão, como um plano,

execução e retrospecto. O professor deve deixar o aluno por certo período, tentando buscar uma possível resolução.

E depois de várias tentativas muitas das vezes infrutíferas, a melhor coisa que o professor deve fazer é dar uma sugestão, discretamente, para o aluno, como exemplo “desenhe a situação problema”.

Durante o desenho do aluno, o professor pode corrigi-lo para que assim tenha condições de trabalhar os conceitos físicos pertinentes à atividade que está sendo desenvolvida. Sobre essa ideia Kneller (1978 p.138) comenta que o modelo é “a essência da teoria e a organização dedutiva como um auxiliar heurístico opcional”.

Segue abaixo uma possível representação do homem empurrando o frizer.

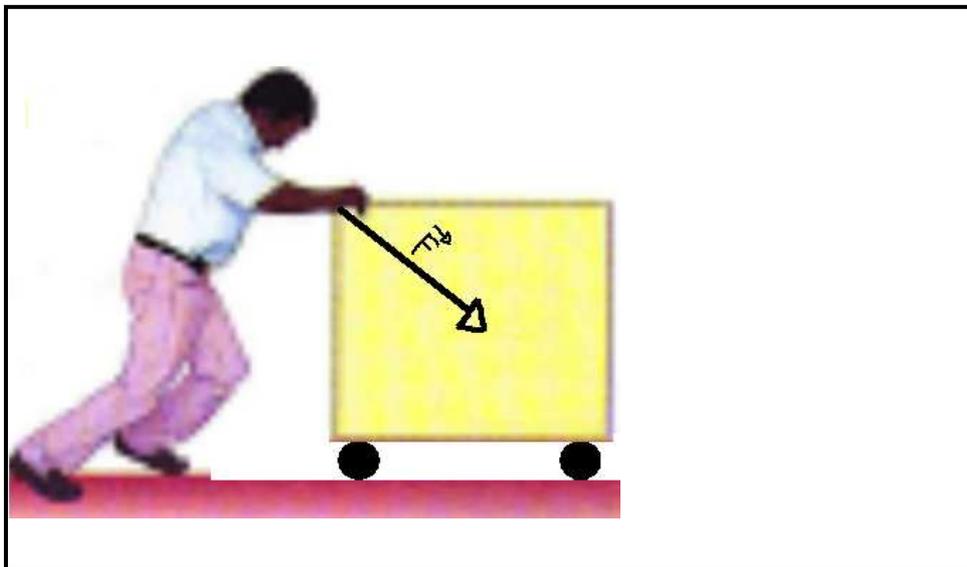


Figura 01: Plano horizontal
Fonte: Da autoria

Sugere-se que, depois do desenho ou modelo criado, o professor faça ainda algumas indagações referentes às grandezas envolvidas no problema e os cálculos que devem ser feitos aos alunos. Assim, será obtido **um plano** pelo menos de um modo geral.

A valorização do conhecimento do aluno nesta fase pode revelar-se como um elemento motivador.

Depois do desenho e das indagações é possível dar continuidade no processo resolutivo, ou seja, **executar o plano**.

A execução do plano se dará com a aplicação das seguintes estratégias: sétima, oitava, nona e a décima.

Aplicar-se-á a **sétima estratégia** falando o nome e explicando a função de cada grandeza que vai se inserindo no processo resolutivo.

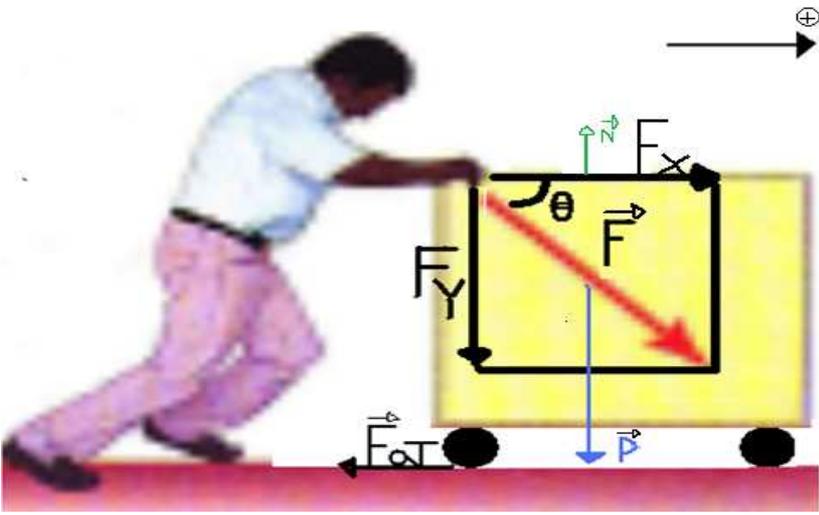
Com relação às funções das grandezas podemos assim exemplificar: a força peso(P) que tende a aproximar às superfícies do objeto e do plano horizontal, força de atrito (\vec{F}_{at}) que atua em sentido contrário ao movimento e a força que empurra (\vec{F}) com as decomposições em F_x que tende a movimentar o objeto em questão na direção horizontal e F_y que tende a aproximar às superfícies do objeto e do plano horizontal.

Segue abaixo o desenho que mostra as grandezas com seus nomes e a orientação positiva da trajetória.

Solução:

Dados e incógnita:

m - massa aceleração - \vec{a} μ_c - coeficiente de atrito g - gravidade \vec{F} - (força)=? P - peso



$$\frac{F_x}{F} = \cos \theta$$

$$\frac{F_y}{F} = \text{sen} \theta$$

$$F_x = F \cos \theta$$

$$F_y = F \text{sen} \theta$$

Figura 02: Plano horizontal
Fonte: Da autoria

O professor deve deixar claro as possíveis restrições do movimento, especificamente, o movimento do frizer que acontecerá somente na direção horizontal, por essa razão é que se frisar-á o comportamento das grandezas, as

quais estão relacionadas ao movimento dessa referida direção.

O sinal negativo da força de atrito deve estar claro na construção do formalismo matemático, esse sinal indica a oposição ao sentido da orientação positiva da trajetória.

Seguindo com a execução do plano, tem-se aplicação simultânea da **oitava e nona estratégias**.

O formalismo matemático deve ser explicado concomitantemente com os conceitos físicos de cada grandeza e a sua respectiva unidade inserida no contexto da resolução. A intenção é a de mostrar que a matemática é uma ferramenta indispensável para ajudar a interpretar o todo da situação de forma clara e precisa.

Poderá, o professor, ainda perguntar para os alunos outros conceitos que se farão pertinentes em todas as etapas do processo resolutivo. Por exemplo: “Os sinais das grandezas que aparecem na construção do formalismo matemático representam alguma relação com grandeza física vetorial?”.

Inicia-se a montagem do formalismo matemático com aplicação da simples equação vetorial, que é conhecida como a equação fundamental da Dinâmica (segunda Lei de Newton para o movimento), a partir das indagações feitas e do desenho do homem empurrando o frizer, sempre mantendo a atenção aos conceitos físicos, que segue abaixo:

$$\Sigma \vec{F} = m\vec{a} \quad (1)$$

Da equação fundamental da Dinâmica, temos

Para as componentes x, equação vetorial fornece:

$$\Sigma F_x = ma_x$$

$$F_x - F_{at} = ma_x$$

$$F \cos \theta - \mu_c N = ma_x \quad (2)$$

e

Para as componentes y, devemos ressaltar que o frizer está em equilíbrio e por essa razão é que a força resultante sobre ele deve ser nula.

Equação vetorial baseada na informação acima fornece:

$$\Sigma F_y = 0$$

$$N - P - F_y = 0$$

$$N = P + F_y$$

$$N = mg + F \operatorname{sen} \theta \quad (3)$$

Substituindo a eq. (3) na eq. (2) resulta:

$$F \cos \theta - \mu_c (mg + F \operatorname{sen} \theta) = ma_x$$

$$F \cos \theta - \mu_c mg - \mu_c F \operatorname{sen} \theta = ma_x$$

$$F (\cos \theta - \mu_c \operatorname{sen} \theta) = ma_x + \mu_c mg$$

$$F = \frac{ma_x + \mu_c mg}{\cos \theta - \mu_c \operatorname{sen} \theta} \quad (\text{expressão geral da intensidade da força}) \quad (4)$$

Nesta última etapa da execução do plano, aplica-se a **décima estratégia**, em que o professor estará discutindo os casos particulares da expressão geral da intensidade da força obtida do movimento do frizer no plano horizontal.

A discussão ocorrerá com a substituição das grandezas por valores numéricos, como se pode ver abaixo:

Substituindo a aceleração da eq.(4) por zero obtém-se:

a) Se $a_x = 0$

$$F = \frac{\mu_c mg}{\cos \theta - \mu_c \operatorname{sen} \theta}$$

$$F (\cos \theta - \mu_c \operatorname{sen} \theta) = \mu_c mg$$

$$F \cos \theta - F \mu_c \operatorname{sen} \theta = \mu_c mg$$

$$F \cos \theta = \mu_c mg + F \mu_c \operatorname{sen} \theta$$

$$F \cos \theta = \mu_c (mg + F \sin \theta)$$

$$F \cos \theta = \mu_c N \quad (5)$$

Em relação à equação 5, o componente ortogonal da força no eixo x, ou seja, F_x aplicada paralela ao plano é igual à força de atrito. Nesse caso, o corpo está em velocidade constante.

b) Para $a_x = 0$ e $\mu_c = 0$ (atrito desprezível), a eq. (4) se reduz a:

$$F = 0 \quad (6)$$

Se a força é zero podemos fazer duas observações:

A primeira, o homem pode ter empurrado o frizer. E o frizer adquirido velocidade constante em função coeficiente atrito ser desprezível.

Já a segunda, o homem não tocou no frizer, então não existe força atuando ele, isto é, o corpo continua como está, ou seja, em repouso.

c) Para $\theta = 0$, pode se dizer que a força está sendo aplicada paralelamente ao plano horizontal (chão) pelo empurrador.

A eq. (4) se reduz a:

$$F = ma_x + \mu_c mg \quad (7)$$

Nestas condições, a partir da eq. (7), resulta:

$$F = m(a_x + \mu_c g) \quad (8)$$

Ou

$$F - \mu_c mg = ma_x \quad (9)$$

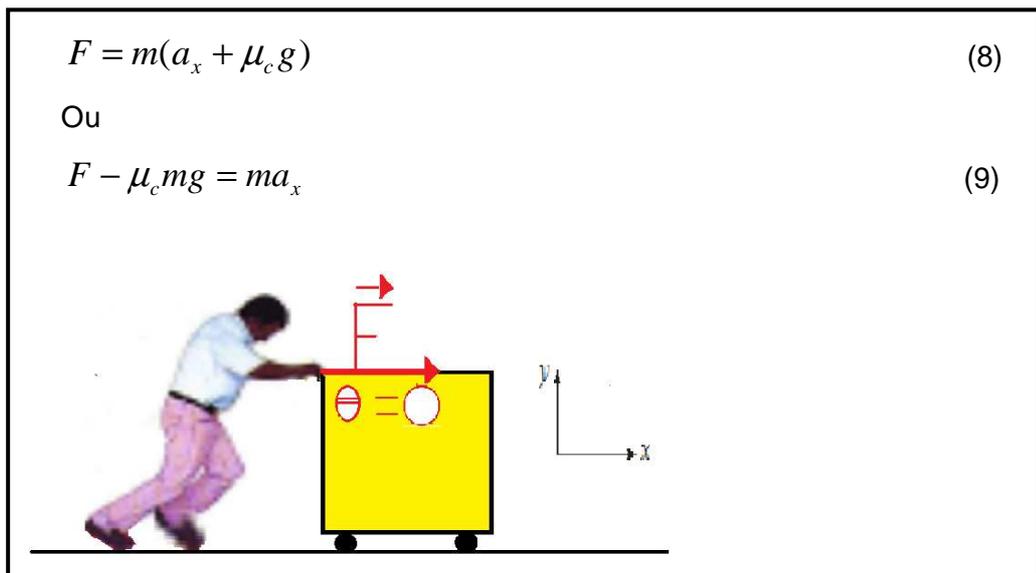


Figura 03: Plano horizontal
Fonte: Da autoria

Se $F \square \mu_c mg$, a aceleração é constante e maior do que zero, e o corpo

aumenta a sua velocidade com o tempo (MRUA).

Se $F < \mu_c mg$, o corpo desloca-se em movimento retilíneo uniformemente retardado (MRUR).

Se $F = \mu_c mg$, o corpo percorre distâncias iguais em intervalos de tempo iguais (MRU).

d) E se $\theta = 90^\circ$, a força, nesse caso, está sendo aplicada perpendicularmente ao plano horizontal (chão).

Nesse caso, a relação (4) se reduziria a:

$$F = \frac{ma_x + \mu_c mg}{-\mu_c}$$

$$-\mu_c F = ma_x + \mu_c mg$$

$$-\mu_c F - \mu_c mg = ma_x \quad (10)$$

Nesta condição da eq.(10) não existe movimento na direção vertical (eixo Y), então o frizer continua como está, ou seja, parado.

Segue abaixo o desenho do homem imprimindo uma força vertical. Neste desenho não existe movimento no eixo Y.

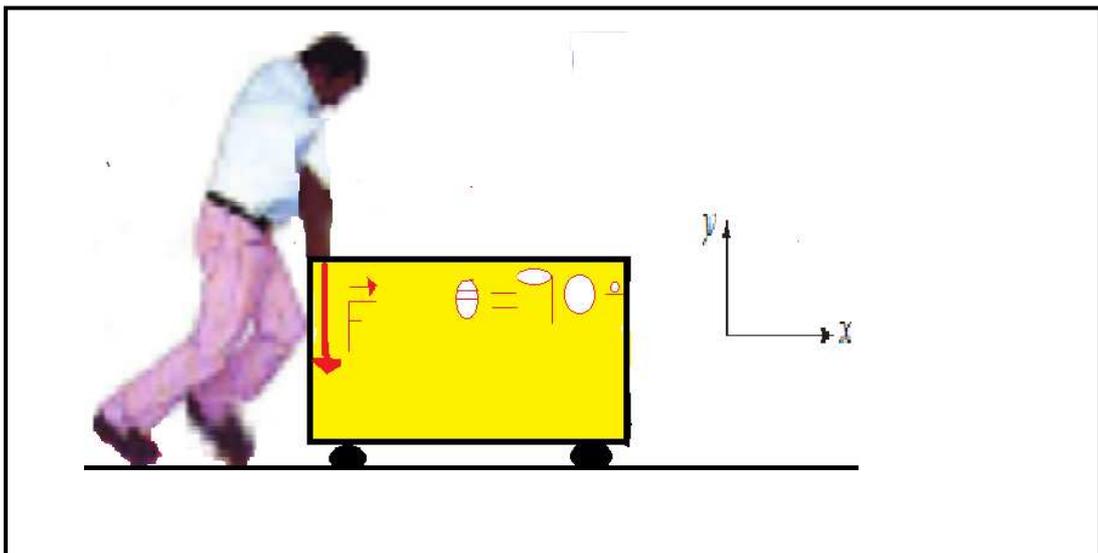


Figura 04: Plano horizontal
Fonte: Da autoria

Após a execução do plano.

Nesta fase, o aluno já escreveu a resolução verificando cada passo da estratégia. Assim, ele estará convicto de que resolveu corretamente o seu problema. Todavia, é sempre possível haver erros, especialmente se o argumento for longo e trabalhoso. Daí, a conveniência de verificações (POLYA, 2006, p.12).

O professor, durante a fase do retrospecto, deve conduzir o aluno a olhar minuciosamente para as diversas etapas de resolução e também efetuar perguntas pertinentes àquela situação problema. Por exemplo, sugere-se: “Como a grandeza física foi inserida?” “É possível verificar o resultado?” “Os sinais das grandezas estão em conformidade com o desenvolvimento do processo resolutivo?” “O que significa o sinal?”

Enfim, são inúmeras as perguntas que o professor pode propor para serem feitas em conjunto com o aluno.

Com a aplicação das estratégias estudadas, esta técnica facilitará o entendimento dos conceitos físicos básicos citados, pois a sua assimilação é fundamental para seu desenvolvimento cognitivo.

6 METODOLOGIA

Considerando o ensino de Física como parte integrante do contexto educacional, pressupõe-se que as pesquisas feitas neste campo devem ser dinâmicas. Nesta pesquisa, é contemplada a abordagem qualitativa, que é caracterizada pela interpretação e análise dos dados.

A forma interpretativa dessa modalidade de pesquisa tem como objetivo a tentativa de classificar e conceituar os dados obtidos com a possibilidade de coadunar os aspectos teóricos aos fenômenos percebidos.

O pesquisador atentará aos seus objetivos iniciais e à resolução da questão referentes à pesquisa. Contudo, não se pode atrelar somente à questão, pois o todo e as partes devem se interagir. Partilhando da mesma opinião, Silva (1996) cria mecanismos de auxílio ao pesquisador dessa modalidade de pesquisa, descritos abaixo:

- Atenção aos fenômenos estudados;
- Capacidade para ouvir;
- Acuidade para efetuar observações;
- Capacidade para realizar síntese.

Com o auxílio de tais cuidados metodológicos, norteia-se a análise proveniente dos dados da pesquisa, mantendo uma maior objetividade na compreensão do fenômeno estudado.

6.1 Delimitação

O trabalho foi desenvolvido na cidade de Araguatins - TO, no período de novembro a dezembro de 2010, no Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia, com as turmas de primeiro ano do ensino médio, compostas por 30 alunos em cada sala, perfazendo um total de 120. São 4 turmas e uma carga horária de 80 horas anuais, no período matutino e vespertino. Os alunos estudavam o ensino médio concomitante com o ensino técnico, dessa forma passavam o dia inteiro na Instituição.

O conteúdo ministrado durante o desenvolvimento da pesquisa, nos primeiros anos do ensino médio, é o de Mecânica Newtoniana.

A Instituição possui salas climatizadas, biblioteca e recursos didáticos disponíveis, além de um refeitório que disponibiliza comida gratuita a todos os alunos da escola. Possui professores efetivos, formando toda uma estrutura que só vem a corroborar para condições de estudos teoricamente adequados.

6.2 Procedimentos metodológicos

a) A pesquisa foi desenvolvida seguindo os seguintes passos:

- É constituída basicamente de aplicabilidade de exercícios para identificar nos alunos como se encontra sua habilidade matemática, interpretação de texto, níveis de conceitos físicos que foram adquiridos em todo período escolar.

Após a identificação dessas dificuldades, foi estabelecido um plano para minimizar as situações de dificuldades encontradas, como as aulas de monitoria assistidas, que muitas das vezes foram ministradas pelo próprio professor, no intuito de nivelar os alunos.

- Foram fundamentados os conceitos físicos introdutórios às turmas de física, para que todos os primeiros anos compartilhem de um ponto comum.

- Os estudos teóricos, relativos ao desenvolvimento desta pesquisa, sobre aprendizagem significativa através da resolução de problemas foram ampliados usando como referências fontes de estudos: livros, artigos, dissertação e internet, conservando sempre a fidedignidade das fontes pesquisadas.

- A experiência foi desenvolvida em três etapas, a primeira com aula expositiva, tendo como ferramentas principais o emprego das estratégias de resolução em um problema fechado, como mostra o item 5.1 desta dissertação, visando sempre a uma aprendizagem significativa dos conceitos físicos.

Depois da aula expositiva, com intuito de resolver uma questão de enunciado fechado, os alunos foram reorganizados em dupla de maneira aleatória para evitar que se formassem duplas privilegiadas. Eles foram lembrados que deveriam resolver o problema e discutir com o colega do grupo, expondo tanto a resolução quanto as discussões no papel, sendo essa conduta realizada sem a interferência do

professor, mas sob a orientação dele.

O modelo deste problema de enunciado fechado está disponível no apêndice.

Na segunda etapa da pesquisa, o professor trabalhou com dois momentos: um deles é a observação dos alunos quando resolvia a questão nova e de enunciado fechado relacionado ao levantamento; o outro é a análise da resolução do problema fechado escrito no papel pelos alunos.

A terceira etapa foi realizada com aplicação de um instrumento diagnóstico, em que os alunos tiveram liberdade para proferirem a respeito dessa nova metodologia de Ensino de Física relacionado ao conteúdo de Mecânica.

Tal instrumento diagnóstico baseou-se em uma bateria de perguntas por meio de um questionário escrito, que versava sobre a metodologia aplicada durante as aulas de Física para os alunos do primeiro ano do ensino médio. Note-se que nesta pesquisa participaram todos os alunos envolvidos.

O modelo deste questionário está disponível no apêndice, o qual teve como objetivo a verificação da viabilidade da metodologia como ferramenta indispensável à aprendizagem.

A Metodologia escolhida para analisar os dados obtidos através do questionário foi a análise de conteúdo de Bardin (1977, p. 38), na qual a análise de conteúdo é o “conjunto de técnicas de análise das comunicações que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens”.

A técnica de análise foi feita através da categorização das respostas dadas pelo aluno. Bardin (1977, p. 37) descreve categorização como “um método taxionômico e simples, se bem que algo fastidioso quando feito manualmente”.

A categorização é aquela que passa “pelo crivo da classificação e do recenseamento, segundo a frequência de presença (ou de ausência) de itens de sentido” (idem, 1977, p.37). Em outras palavras, estes itens de sentidos são chamados de categorias, isto é, determinadas expressões, palavras e símbolos que levam a ideia principal de um determinado contexto que está sendo emitido pelo aluno.

O método da categorização que vai ser utilizado na pesquisa desta dissertação é do tipo semântico, na qual as categorias são criadas no intuito de aproximar-se das temáticas.

Na análise por categorização, serão observadas as palavras ou expressões

mais e menos utilizadas no discurso desses emissores. Por fim, Bardin (1977) enfatiza que a análise de conteúdo, inclusive na técnica de categorização, não está fundamentada na simples descrição da ideia-chave, e sim no entendimento e na interpretação dessa ideia.

- A situação problema foi apresentada aos alunos um dia após a aula expositiva, e eles dispuseram de 50 minutos para resolver. Posteriormente à resolução, foi entregue o questionário.

-Os alunos, durante o processo investigativo, não sabiam que estavam sendo observados em sala de aula durante o desenvolvimento das atividades e no decorrer da aplicabilidade do instrumento.

6.3 Resultados e discussões

A segunda etapa da presente pesquisa iniciou com a coleta de dados, no momento da resolução da situação problema e envolveu 60 duplas de alunos do primeiro ano do ensino médio, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – TO, da cidade de Araguatins – TO.

Essa coleta ocorreu com as observações feitas pelo professor no que tange o envolvimento e à motivação dos alunos para resolverem a situação problema, bem como a análise das soluções escritas no papel.

São consideradas características desse envolvimento e da motivação dos alunos:

- a) As conversas sobre como iniciaria o problema;
- b) Constatação da execução da atividade pelos membros das duplas;
- c) Discussões feitas em torno da situação a ser resolvida;
- d) Concentração;
- e) Apresentação de uma resolução da situação problema ao professor, seguida de uma discussão.

Essas características foram observadas na maioria das 60 duplas formadas em cada sala. Neste sentido, 35% das duplas, ou seja, mais de uma sala ficou sem apresentar uma solução ao professor. Para melhor representar essa situação foi

feito um estudo por turma como segue abaixo.

- Turma A

Os alunos dessa turma foram os que mais apresentaram envolvimento e motivação, ou seja, houve empenho deles no momento de resolver a questão, como mostram os percentuais: apenas 20% das duplas de alunos, isto é, três duplas não conseguiram apresentar uma solução para o professor, por falta de empenho.

- Turma B

O que chama atenção nesta turma é o percentual de 26,66% das duplas de alunos que não conseguiram apresentar, por falta de empenho, nenhuma solução para o professor, e 13,33% das duplas deixaram de apresentar uma solução por não conseguirem resolver a questão, apesar de se empenharem.

- Turma C

Na análise feita aqui, percebeu-se que apenas seis duplas, totalizando um percentual de 40%, não mostraram interesse em resolver a situação, pois dormiam ou freqüentemente pediam para sair da sala e conversavam assuntos que não eram pertinentes à situação problema.

- Turma D

Esta turma apresentou um percentual de 40% dos alunos que não conseguiram apresentar uma solução ao professor. Ressalte-se que, sobre essa turma as seis duplas, não mostraram interesse em resolver a situação.

Pois bem, com a análise do envolvimento e da motivação de cada turma, pode-se constatar que um percentual de 65% das duplas se comprometeram a resolver a questão, e isso nos mostra de forma clara e positiva que os alunos apresentaram indícios de uma aprendizagem significativa.

Com relação ao segundo momento, que trata da análise da resolução, foram observados alguns pontos, que julgamos importantes, no que concerne à resolução entregue pelas duplas ao professor, são eles:

- a) A utilização das estratégias;
- b) Desenvoltura no aspecto matemática;
- c) Aplicação dos conceitos físicos.

A análise dos itens acima foi importante para mostrar que a metodologia aplicada contribuiu para evidenciar a utilização das estratégias de resolução, o domínio matemático que a questão exigia e o grau de conhecimento físico do aluno.

Em se tratando das estratégias, 86,5% das duplas fizeram uso da utilização de plano que foi exemplificado com um desenho semelhante ao que foi visto na sala de aula, e 13,5 % não fizeram uso das estratégias.

O desenvolvimento do formalismo matemático indicou um percentual de 38,3 % das duplas que cometeram erros por desconhecerem a forma de resolução de uma fração e por não mudarem o sinal ao passar uma variável de um lado da igualdade para o outro; discorrendo ainda sobre os erros, 20% das duplas cometeram falhas na montagem do formalismo matemático em função dos conceitos físicos e 41,7% desenvolveram o formalismo matemático correto.

Vale dizer que aplicação correta dos conceitos físicos atingiu 93,3% nas utilizações dos sinais das grandezas, 57,7% nas unidades das grandezas e 30,76% nas discussões das relações obtidas pelos alunos no momento da resolução do problema.

Na análise da resolução, duas situações chamaram a atenção, a saber:

A primeira, apontou-se 48 % das duplas que procuram resolver a questão em análise, utilizando dois caminhos diferentes;

Já a segunda, mostrou-se um percentual de 30,76% das duplas de alunos que responderam corretamente a questão. A princípio, esse percentual parece ser pequeno, mas é relevante, pelo fato de que esses os alunos tiveram pela primeira vez contato com a metodologia abordada, portanto, esse percentual torna-se significativo e positivo.

Finalmente, tem-se a terceira etapa em que se aplicou um questionário, individualmente aos alunos, para que cada um deles discorresse sobre as perguntas contidas no referido questionário. Em seguida, recolhe-se essa atividade aplicada, e para facilitar a identificação das respostas, as turmas e alunos foram associados com uma letra e um número, respectivamente.

Por meio da análise das respostas dos alunos, procurou-se buscar unidade de significação, agregadas em categorias e dimensões, consolidadas a saber:

Questão 01: Você se identificou com a metodologia ora aplicada? Em que momento?

Em relação à identificação com a metodologia, 90% responderam que sim, e 10% disseram que não.

Tabela 01: O momento em que o aluno mais se identificou com a metodologia.

Dimensão	Categoria	Número de alunos	%
O momento da identificação do aluno com a metodologia	Levantamento	6	5,5
	Classificação	15	14
	Exemplo prático	5	4,62
	Cotidiano	11	10,18
	Demonstração	10	9,3
	Discussão	40	37
	Todas as etapas	21	19,4

Fonte: Dados da pesquisa

Considerando a tabela acima, é válido fazer algumas observações:

Com relação à discussão

- 27,7% frisaram a primeira lei de Newton (inércia);
- 35,18% fizeram referência ao momento em que o professor fazia a separação da física e da matemática na questão analisada.

Com relação ao cotidiano

- Os alunos A5, A12, A20, A23, B1, B3, C20, D3, D10, D20 e D27 relataram sobre o cotidiano. Já os alunos A5 e D27 proferiram sobre o caso da família Nardone, os quais indicam um percentual de 18, 18 %.

A partir desses dados, conclui-se que a metodologia aplicada nessas turmas de ensino médio teve índice de aceitação significativo.

Questão 02: Você conseguiu entender novos fatos (fenômenos) físicos após as discussões das etapas de resolução? Justifique.

Esta questão visa identificar se o aluno conseguiu observar outro fenômeno, seja ele do ambiente escolar ou do cotidiano, compreendendo-o a partir das discussões feitas no momento da resolução do problema em sala de aula. Ao analisar a pergunta em questão, observou-se um grande percentual, já que 93,51% de alunos disseram que sim, ou seja, já identificaram outros fenômenos e, posteriormente passou a entendê-lo. Assim, registrou-se uma considerável

diversidade de resposta a ser observada na tabela 02.

Tabela 02: Sobre os fenômenos identificados pelos alunos

Dimensão	Categoria	Assunto de física	Nº de alunos	%
Fenômenos relacionados com Mecânica	Arrasto de cadeira, Levantar uma pedra muito pesada, Empurrar um armário e Ao dormir	Inércia	22	18,3
	Empurrar um colega no intervalo da aula e Jogar uma pedra no lago	Segunda lei de Newton ($F = m.a$)	15	12,5
	Homem jogado contra a parede e depois retorna, o movimento do barco a vela e carro em movimento	Ação e reação	31	26
	Queda de um fruto	Queda livre	5	4
	Movimento de uma pessoa	Momento linear	6	5
Fenômenos não relacionados com a mecânica	Deformidade de um carro após a batida, o movimento da hélice do helicóptero e as duas torres gêmeas(The USA	Conservação de energia	14	11,7
	O assassinato da menina Isabela, peso da bola de futebol na cidade de Quito no Peru e as rugas	Efeitos da gravidade	5	4
Fenômenos não relacionados com a mecânica	O funcionamento do ar condicionado e o trovão	Termodinâmica, energia elétrica e Acústica	03	2,5
Não especificaram o fenômeno			19	16

Fonte: Dados da pesquisa

Entre os fenômenos mais citados, pode-se ressaltar que o do carro em movimento com 42,5% chamou bastante atenção. Já na opinião dos alunos C22, C05, A17 e B12, o caso que se destacou foi “a queda da menina Isabela”.

Por outro lado, ressalte-se que houve alunos que apresentaram relatos diversos dos acima descritos, tais como:

O aluno C 3 : “ fiquei feliz por ter pelo menos aprendido classificar os tipos de movimento”.

O aluno D11: “encontrei explicação para a situação que não entendia”.

O aluno B15: “Em casa comecei a aplicar os conhecimentos obtidos em sala de aula, e obtive um olhar mais crítico diante dos fatos ou fenômenos existentes”.

Na sua maioria, os alunos relataram e tentaram compreender os mais variados fenômenos da mecânica e outros fenômenos que não são da mecânica, como os já citados na tabela 02, isso vem a comprovar que eles se envolveram com os conhecimentos físicos após aplicabilidade da metodologia.

Questão 03: A metodologia aplicada o motivou a estudar física sozinho (a)? Justifique.

Nesta questão, o objetivo foi verificar se a metodologia auxiliou ou motivou o aluno a aprender física estudando sozinho. Sendo assim, observou-se um processo lógico de aprendizagem, ou seja, se um aluno está imbuído a estudar, é óbvio que ele está apresentando sinais que o levará ao desenvolvimento das suas estruturas cognitivas.

Quando se perguntou ao aluno se ele foi motivado pela metodologia, 61,7% disseram que sim, 28,3% disseram que não, e 10% não responderam.

Para melhor descrever a informação supracitada, seguem abaixo relatos apresentados pelos alunos:

“Aguçou o meu cérebro” (alunos D 5 e A17)

“É muita doideira, muito bacana e muito interessante” (alunos D2, D4 e C5)

“Gostava das aulas mais achava complicada” (alunos A 14 e B 12)

“Tinha muita preguiça” (aluno B 2)

“A metodologia era muito boa” (alunos C 1 ,D 14 e A 25)

“Não conseguia estudar só por não entender o conteúdo” (aluno A 15)

Vale destacar que a dificuldade encontrada pelo o aluno para estudar física tem ocorrido em quatro turmas diferentes. Nesta perspectiva, isso demonstra que

essa dificuldade não é específica de uma única turma, o que dificulta o trabalho do professor em motivar o aluno.

Ao analisar essa pergunta, percebem-se dois aspectos: um positivo, que propicia ao aluno o estudo da física, e outro negativo, que não propicia este estudo. Para exemplificar essa questão, segue o gráfico abaixo, no qual serão mostrados os aspectos positivos e negativos somente dos alunos que justificaram a sua resposta. Assim, observa-se um total de 84 justificativas.

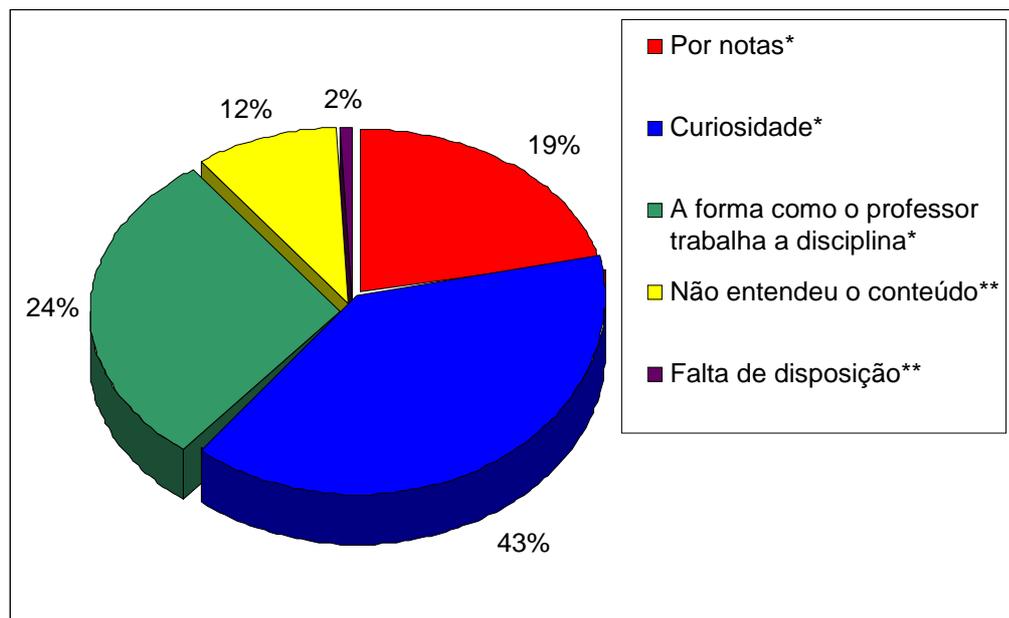


Gráfico 01: *Os aspectos positivos e o **Negativos
Fonte: Dados da Pesquisa

Os dados do gráfico refletem que a metodologia adotada favorece um alto índice de curiosidade. Afirma Dante (1989) e Freire (2008) que a curiosidade é um meio no qual o aluno aprende algo significativo. Portanto, a curiosidade no momento da resolução da situação problema, motiva o aluno a buscar novas informações para melhor entender a situação em questão.

Questão 04: Após a aula sobre resolução de problema fechado, você conseguiu relacioná-lo com situações de seu dia a dia (sem que ninguém falasse de física para você)? Quais?

Aqui, foi verificado se houve um envolvimento com a disciplina de forma natural, ou seja, sem ninguém provocar a discussão, pois o ideal é que o próprio aluno faça as observações físicas do seu cotidiano.

Ao ser formulada esta pergunta tão particular para os alunos, encontrou-se

86,7% que já relacionaram o conhecimento físico com o cotidiano, sem que ninguém mencionasse ou falasse de física; 8,3% disseram que não relacionaram e um pequeno percentual de 5 %, não responderam.

Os cinco fenômenos ou momentos mais citados dos 86,7% foram: 10,66% “o movimento dentro do ônibus”; 10,66% “como saber a velocidade do carro”; 4% “a batida de carro com outro”; 4% “salto de pára-queda”; 4% “o pulo do garoto da ponte dom Felipe Gregory” episódio que foi noticiado na TV e 21,15% “Andar de bicicleta”.

Deve-se lembrar que ao se fazer as perguntas aos alunos, não se exigia deles uma resposta com fundamentação, apenas a menção de um fenômeno sem a necessidade de justificarem.

Alguns alunos fizeram relação desses fenômenos, ocorridos no contexto social, com os conhecimentos físicos, como se observa abaixo:

“O pulo do garoto da ponte Dom Felipe Gregory” (alunos C 3,A 35 e D11)

“O caso da família Nardone” (aluno A1)

Além desses fenômenos, foram relatados outros típicos da nossa região, como por exemplo:

“O movimento da pedra atirado pela baladeira” (aluno B 5)

“O movimento da canoa” (aluno C 29)

“Como o passarinho se mantém no ar” (aluno C 7)

“Jogo de sinuca” (aluno B12)

“Água caindo da cachoeira” (aluno C1)

No tocante aos percentuais da segunda e terceira etapa desta pesquisa, respectivamente, pode-se afirmar que tanto em relação ao envolvimento e à motivação (65%) quanto ao envolvimento do aluno com a disciplina (86,7%) mostram que metodologia ensejou aos alunos uma condição importante para aprenderem os conceitos físicos.

Questão 05: Antes da metodologia aplicada pelo professor de física, como você reagia diante de um problema a ser resolvido? Explique.

Ao fazer essa pergunta, pretendia-se que os alunos relatassem o seu comportamento no momento da resolução da situação problema.

As repostas obtidas dos alunos foram divididas em dimensões e categorias para dar maior clareza referente ao comportamento deles, conforme abaixo

demonstrado:

Tabela 03: Comportamento do aluno diante do problema

Dimensão	Categoria	Número de aluno	Percentual (%)
O comportamento do aluno com relação à disciplina (Como o aluno via a disciplina)	A coisa mais difícil do mundo	14	11,7
	É outra matemática (só cálculo)	8	6,7
	Nunca tinha ouvido falar em física	6	5
	Tinha pouco conhecimento de física	5	4,2
	Confundia com a disciplina educação física	5	4,2
O comportamento do aluno no momento da resolução	Não consegui fazer nada	26	21,6
	Eu só pegava e tirava os dados e não discutia	20	16,7
	Não me interessava	4	3,3
	Tudo passava despercebido	5	4,2
	Só lia uma vez e pronto	4	3,3
	Tentava sempre memorizar as fórmulas	8	6,7
	Procurava várias maneiras de resolução sem lógica	2	1,6
	Ficava nervoso	3	2,5
Não responderam		10	8,3

Fonte: Dados da Pesquisa

Quanto aos comentários acerca do comportamento no momento da resolução, 16,7 % dos alunos disseram que só pegavam e tiravam os dados e não discutiam a questão. Em outras palavras, esses alunos treinaram apenas a habilidade matemática, deixando o conceito físico em segundo plano.

Questão 06: E agora, após a aplicabilidade da metodologia em questão (estratégias de resolução de problemas), como você reagiu diante do problema físico que foi proposto? Explique.

O propósito desta questão está em averiguar se houve melhora no comportamento do aluno ao se comparar com as respostas da quinta questão.

Cento e vinte alunos responderam esta 6ª questão. Esse número traduzido em por cento, tem-se: 85 % responderam que melhoraram bastante, e 15% que não houve aprendizado.

Em alusão ao parágrafo anterior, é essencial informar as manifestações dos alunos e as porcentagens correspondentes:

Quanto aos alunos que melhoraram bastante

“pelo menos consigo interpretar a questão” (15%)

“tento resolver de várias formas”, (7,8 %)

“uso das estratégias” (13,7%)

“melhorei bastante o olhar físico e matemático” (25,49%)

“me tornei mais crítico” (7,8%)

Quanto aos alunos que responderam que não houve aprendizado

“não aprendi” (33,3%)

“não sei de nada” (50 %)

“não faço uso dessas estratégias por que eu não aprendo mesmo” (11,1%)

Os dados, expostos nesta questão, serviram de base para se fazer duas comparações:

No primeiro momento, nota-se o confronto dos dados desta questão com os da quinta. Neste confronto, pode-se observar que os alunos aplicaram as estratégias de resolução de problemas e, conseqüentemente, melhoraram a percepção e assimilação dos conceitos.

Num segundo momento, há uma comparação dos dados desta questão com a análise da resolução do problema, a qual já foi trabalhada pelos alunos nesta pesquisa. Enfatize-se que, ao se fazer esta equiparação, os alunos demonstraram conhecer caminhos diversos de resolução da situação problema, isto é, mostraram sinais evidentes de uma aprendizagem significativa.

Questão 07: O que o professor não fez, mas deveria fazer no sentido de melhorar o seu aprendizado? Justifique.

Esperou-se que respondessem sobre a didática utilizada pelo professor.

As respostas foram divididas em duas dimensões, a didática e o comportamento do professor no momento da aula.

Tabela 04: A didática do professor

Dimensão	Categoria	Número de alunos	Percentual (%)
Didática	Mais dinâmico	8	6,7
	Passar mais atividades	18	15
	Aprofundar mais os conteúdos	4	3,3
	Não precisa melhorar nada	40	33,3
	Falar da aplicabilidade no cotidiano	7	5,8
	Ensinar de forma mais clara	12	10
	Dar mais tempo para fazerem as atividades	16	13,3
Comportamento do professor no momento da aula	Ser autoritário	5	4,2
	Quer ser o tal	2	1,7
	Ser amigo	8	6,7

Fonte: Dados da Pesquisa

No universo de 120 alunos que responderam a esta pergunta, a maioria disse com mais ênfase em relação à didática que “o professor não deve mudar nada na sua forma de trabalhar”. Isso é um indicativo de que a didática é importante dentro do aprendizado do aluno.

Quanto ao comportamento do professor, os alunos preferiram que “é autoritário, não é amigo e só quer ser o tal”, embora sejam percentuais pequenos, conforme a tabela 04, devem ser levadas em conta essas observações.

Em linhas gerais, os alunos demonstraram percepção na forma como estava sendo ministrada a aula. Sobre essa percepção, vale registrar que o professor precisa aprimorar tanto a didática quanto o comportamento em relação aos alunos.

7 CONCLUSÃO

O tema resolução de problemas no ensino de física é abrangente, complexo e desafiador, devido às inúmeras possibilidades em que o profissional da educação, o professor em especial, pode utilizar para abrir os horizontes dos seus alunos no que tange a uma aprendizagem significativa.

Neste trabalho dissertativo, foram vivenciadas as hipóteses sobre aprendizagem através da resolução de problemas. Essas hipóteses foram levantadas a partir da constatação de que os alunos, na sua maioria, não conseguem nem iniciar o trabalho de resolução da questão. Isso se dá por várias razões, entre elas: o fato de não dominar os cálculos fundamentais e a leitura; a falta de estratégias; o desinteresse do aluno; falta de raciocínio lógico; falta de atenção e a forma como o professor se relaciona com o aluno durante o desenvolvimento da sua prática pedagógica.

Essas suposições mencionadas contribuem para uma inibição do aluno, no momento de resolver situações problemas, e a consequência é o aluno não aprender. Por essa razão foram trabalhadas estratégias de resolução de problema que visam minimizar as hipóteses mencionadas no parágrafo anterior.

Não se pode esperar que a “resolução de problemas” seja feita nos moldes como normalmente é feito no âmbito escolar, ou seja, sendo aplicada como um mero exercício que requer somente o domínio de fórmulas.

Após a aplicação das estratégias - que está inserida nesta dissertação, de como resolver um problema - foi possível observar que os alunos começaram a mostrar sinais claros de interesse, curiosidades, motivação para resolver problemas de forma crítica, e mais, aluno e professor se aproximaram um do outro, ou seja, a troca de ideias entre ambos se tornou cada vez mais presente, e isso são sinais claros de motivação e pré-requisitos para uma aprendizagem significativa.

As estratégias para resolver os problemas mostrados nesta dissertação indicaram uma mudança de hábito nos alunos, embora lenta, apresentou-se satisfatória. Todo este conjunto integrado de ações contribuiu para a aprendizagem significativa dos alunos.

As pesquisas contidas revelam um percentual de alunos considerável, os quais passaram por uma mudança no momento do aprendizado, ou seja, os alunos

passaram a se envolver de forma direta com a resolução do problema, seja ele escolar, seja do dia a dia, seja fechado, criando também situações e formas diferentes para resolver problemas. Observou-se, ainda, que houve uma melhora no relacionamento do aluno com o professor, e o senso crítico do discente ficou mais aguçado, à medida que ia resolvendo os problemas.

Para que a mudança discorrida venha acontecer, é necessária e imprescindível uma organização das técnicas baseadas em uma vasta revisão da literatura que tenha como meio de aprendizagem significativa a resolução de problemas.

O objetivo deste trabalho dissertativo foi contribuir, de forma consistente, para que os alunos tenham de fato uma aprendizagem significativa através das estratégias aplicadas ao processo de resolução de problemas de enunciados fechados.

Esses estudos citados indicam que a resolução de problemas, por meio das estratégias criadas e desenvolvidas e também mediante atividades pedagógicas, organizadas e cuidadosamente planejadas, está de acordo com os objetivos a serem alcançados, podendo ser ensinada por intermédio de propostas pedagógicas especialmente direcionadas para este fim.

Espera-se que os dados obtidos e analisados neste trabalho possam contribuir para enriquecer os debates científicos na prática educacional.

Nesta conclusão, deve-se salientar, a fim de que aumentem as possibilidades de ensino aprendido, as considerações de dois fatores: o número de alunos a ser trabalhado e a forma como o professor se relaciona com eles. Estas questões são fundamentais para que se possa atingir o objetivo esperado.

Nesta perspectiva, recomenda-se aos pesquisadores deste ramo da educação a realização de discussões em torno desse tema, para que se possa ampliar os conhecimentos dos aspectos positivos que trata a resolução de problema em consonância com a aprendizagem significativa.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D.P. **Educational psychology**: a cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- AUSUBEL, D.P. **Learning by Discovery**: rationale and mystique. Bulletin of the National Association of Secondary School Principals, 1961, p. 18 – 58.
- AUSUBEL, D.P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos**: Uma Perspectiva Cognitiva. 1. ed. Lisboa: Paralelo Editora, LDA, 2003. p. 01 – 02.
- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.; HANESIAN, H. **Educational psychology**: a cognitive view. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1978.
- BACHELARD, G. **O racionalismo aplicado**. Rio de Janeiro: Zahar, 1977.
- BARDIN. L. **Análise de conteúdo**. Lisboa, Portugal, 1977.
- BRASIL, **Secretaria de Educação Média e Tecnologia**. Parâmetros Curriculares Nacionais: Física /Secretária de Educação Média e Tecnologia – Brasília: MEC/SEMT, 1999.
- BRUNER, J.S. **O processo da educação**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1968.
- CLARAPARÉDE, E. **Invenção dirigida**. Belo Horizonte: Imprensa Universitária, 1983.
- DANTE, Luiz Roberto. **Didática da Resolução de Problemas de matemática**. 12. Ed. São Paulo: Ática, 2000.
- DANTE, Luiz Roberto. **Didática da Resolução de Problemas de matemática**. São Paulo: Ática, 1989.
- ECHEVERRÍA, M.P.P. e POZO, J.I Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. In: POZO, J.I. (org.) **A Solução de Problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998, p.13 – 19.
- ERIKSON, E.H. **Identidade**: juventude e crise. Rio de Janeiro: Zahar. 1972.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. 38. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2008.
- GAGNÉ, R.M. **Como se realiza a aprendizagem**. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico S.A. 1973.

GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA - GREF. 7. ed. São Paulo: Edusp, 2002.

GUILFORD, J.P. Creativity. In: **American Psychologist**. Washington, v.5, n.9, p.444-454, 1950.

INHELDER, B.; PIAGET, J. **L'image mentale chez l' enfant**. Paris: PUF, 1976.

KNELLER, G.F. **A ciência como uma atividade humana**. São Paulo: Zahar/Edusp, 1978.

MEES, Alberto Antonio. **Implicações das Teorias de Aprendizagem para o Ensino de Física**. Disponível em: <<http://WWW.if.ufrgs.br/~amees/teorias.htm>> Acesso em: 20 set.2009.

MOREIRA, M.A. **A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel**. São Paulo: Editora Pedagógica e universitária, EPU, 1999, p.156.

MOREIRA, M.A; MASINI, E.F.S. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

NACIONAL INSTITUTO OF EDUCACIONAL. **Conference on Basic mathematical Skills and Learning: Working Group Reports**. Washington: The Institute, 1975.

PEDUZZI, L.O. Q e PEDUZZI, S, S. Sobre o papel da resolução literal de problemas no Ensino da Física: exemplos em mecânica. In: PIETRICOLA, M.(org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. 2. ed. Florianópolis: Ed da UFSC, 2005.

PIAGET, J. **O nascimento da inteligência na criança**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1982.

PIETROCOLA, M. **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. In: Mauricio Pietrocola, (Org.) Ensino de Física. 2. ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

PIETROCOLA, M; SILVA, C.C. O papel estruturador da matemática na teoria eletromagnética: um estudo histórico e suas implicações didáticas. In: **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. IV, 2003, Bauru. Atas... IV ENPEC. Porto Alegre, 2004.

PILETTI, Claudino. **Didática Geral**. 23. ed. São Paulo: Ática, 2004.

PINHEIRO, T. de F. **Aproximação entre a ciência do aluno na sala de aula da 1ª série do 2º grau e a ciência dos cientistas: uma discussão**. Dissertação (mestrado em educação) - UFSC. Florianópolis. 1996.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas: um novo aspecto do método matemático**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006.

POZO, J.I.; CRESPO, M.Á.G. **aprender y enseñar ciência**. Madrid: Morata, 1998.

POZO, J.I. (org.). **A Solução de Problemas**: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed, 1998, p.62- 102.

POZO. M, J.I. et al. **La solución de problemas**. Madrid: Santilana, S.A.1994.

SAVANI, Demerval. **Educação do senso comum á consciência filosófica**. São Paulo: Cortez, 1985.

SILVA, S.A.P.S. **A pesquisa qualitativa em educação física**. Revista Paulista de educação física. São Paulo, v. 10, n.1, p. 87 – 98, Jan de 1996.

SYDERS, G. **Alegria na escola**. São Paulo: Editora Manole, 1988.

VILLANI, Alberto. **Idéias espontâneas e ensino de física**. Revista de ensino de física. São Paulo, v.11, n. 1, p.144, dez de 1988.

APÉNDICE

Apêndice A: Questionário

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA - IFTO
DISCIPLINA: FÍSICA (MECÂNICA)
PROF. JOSAFÁ CARVALHO
CURSO: ENSINO MÉDIO
TURMA: _____

QUESTIONÁRIO AVALIATIVO DA APRENDIZAGEM DE FÍSICA
(POR RESOLUÇÃO DE PROBLEMA)

1. Você se identificou com a metodologia ora aplicada? Em que momento?

2. Você conseguiu entender novos fatos (fenômenos) físicos após as discussões das etapas de resolução de problema? Justifique.

3. A metodologia aplicada motivou-lhe a estudar Física sozinho (a)? Justifique

4. Após a aula sobre resolução de problema fechado, você conseguiu relacioná-lo com situações de seu dia a dia (sem que ninguém falasse de física para você)? Quais?

5. Antes da metodologia aplicada pelo professor de Física, como você reagia diante de um problema a ser resolvido? Explique.

6. E agora, após a aplicabilidade da metodologia em questão (estratégias de resolução de problemas), como você reagiu diante do problema físico que foi proposto? Explique.

7. O que o professor não fez, mas deveria fazer no sentido de melhorar o seu aprendizado? Justifique

Apêndice B: Problema aplicado na sala de aula.

Em um belo dia de sol, dois amigos resolveram ir à praia de carro, cujo objetivo era tomar banho de sol e olhar as belas garotas. Porém, durante a viagem até a praia acabou o combustível, o que ocasionou a parada do carro num trecho horizontal da pista. Então, os dois amigos resolveram movimentar o carro da seguinte forma: Um deles foi empurrar a traseira e o outro amarrou uma corda na frente do carro para puxá-lo, e ao mesmo tempo coincidiu de ambos imprimirem uma mesma força F de inclinação θ em relação à pista. Diante do fato acima, escreva a expressão geral da intensidade da força acima mencionada, sabendo ainda que o coeficiente de atrito cinético é μ_c e que a intensidade da aceleração da gravidade é g . Estude casos particulares da expressão geral da intensidade da força obtida.