



UFSM

Dissertação de Mestrado

**RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E O ENSINO DE
PROCEDIMENTOS E ATITUDES EM AULAS DE
FÍSICA**

Luiz Clement

PPGE

SANTA MARIA, RS, BRASIL

2004

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E O ENSINO DE PROCEDIMENTOS E ATITUDES EM AULAS DE FÍSICA

por

Luiz Clement

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa
de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de
Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção
do grau de
Mestre em Educação

PPGE

SANTA MARIA, RS, BRASIL

2004

C626r Clement, Luiz
Resolução de problemas e o ensino de procedimentos
e atitudes em aulas de física / por Luiz Clement ; orientador
Eduardo Adolfo Terrazzan. – Santa Maria, 2004.
xii, 150 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de
Santa Maria, 2004

1. Educação 2. Ensino 3. Física 4. Ensino médio
5. Ensino-aprendizagem 6. Resolução de problemas
I. Terrazzan, Eduardo Adolfo, orientador II. Título.

CDU 53:373.5
53:371.3

Ficha catalográfica elaborada por
Maristela Eckhardt CRB-10/737

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E O ENSINO DE
PROCEDIMENTOS E ATITUDES EM AULAS DE FÍSICA**

elaborada por
Luiz Clement

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Educação

COMISSÃO EXAMINADORA:

**Prof. Dr. Eduardo Adolfo Terrazzan
(Orientador - UFSM)**

**Prof. Dr. Luiz Orlando de Quadro Peduzzi
(UFSC)**

**Prof. Dr. João Batista Siqueira Harres
(UNIVATES)**

Santa Maria, RS, 03 de março de 2004.

A DAYANE

e aos meus

PAIS.

AGRADECIMENTOS

ao Professor Eduardo A. Terrazzan, pela amizade, pela orientação e pelo seu modo incansável de trabalho que tem servido, constantemente, como fonte de inspiração.

a todos os colegas e amigos do NEC que acompanharam o desenvolvimento deste trabalho, em particular, e de modo muito especial aos professores participantes do GTPF - Grupo de Trabalho de Professores de Física (2002 e 2003), colaboradores desta pesquisa.

ao colega Tiago pela colaboração na videogravação das aulas e pelas discussões e colaborações na elaboração das Atividades Didáticas de Resolução de Problemas.

aos professores Luiz O. Q. Peduzzi, Ana Maria P. de Carvalho e Fábio P. Bastos, pelos apontamentos e orientações durante o Exame de Qualificação de Projeto.

aos colegas de mestrado Eliane, Márcia, João e Nestor pela amizade sincera e pelo apoio demonstrado.

a toda minha família e de modo especial aos meus PAIS (Guido e Jacinta) que sempre me apoiaram e acreditaram em mim.

a Dayane pelo carinho, amor, amizade e por ter suportado durante esse período as minhas angústias e inseguranças, sempre demonstrando confiança e apoio.

a Universidade Federal de Santa Maria, pela formação e pela assistência estudantil, em particular, pelo benefício da Casa de Estudante.

finalmente, a CAPES pela bolsa de estudos.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE ANEXOS	IX
LISTA DE ABREVIações	X
RESUMO	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUÇÃO	1
UM POUCO SOBRE A TRAJETÓRIA ACADÊMICA E DA ESCOLHA DA TEMÁTICA DE PESQUISA	5
CAPITULO 1. O ENSINO DE FÍSICA NA ESCOLARIZAÇÃO DE NÍVEL MÉDIO	9
1.1. UM BREVE PANORAMA DA DISCIPLINA DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO	9
1.2. INDICAÇÕES DOS PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS PARA O ENSINO MÉDIO	15
1.3. CONTEÚDOS CURRICULARES PARA O ENSINO DE FÍSICA	18
1.3.1. CONTEÚDOS CONCEITUAIS	19
1.3.2. CONTEÚDOS PROCEDIMENTAIS	21
1.3.3. CONTEÚDOS ATITUDINAIS	28
1.4. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA NA RELAÇÃO ENTRE CONTEÚDOS CONCEITUAIS, PROCEDIMENTAIS E ATITUDINAIS	32
CAPITULO 2. A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO DE FÍSICA	37
2.1. APORTES DA PESQUISA EM RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS	37
2.2. MODELOS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS	44
2.3. ENSINANDO FÍSICA NUMA PERSPECTIVA INVESTIGATIVA POR MEIO DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	51
2.3.1. ATIVIDADES DIDÁTICAS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NUMA PERSPECTIVA INVESTIGATIVA: DA ELABORAÇÃO AO DESENVOLVIMENTO	52
2.3.2. ORIENTAÇÕES PARA OS PROFESSORES	57
2.3.3. DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DIDÁTICAS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM PEQUENOS GRUPOS	59
2.4. UMA BREVE REFLEXÃO SOBRE A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO ESCOLAR	60
2.5. ENSINO E AVALIAÇÃO DE PROCEDIMENTOS E ATITUDES MEDIANTE A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	69
CAPITULO 3. A PROBLEMÁTICA E O ENCAMINHAMENTO DA PESQUISA	74

3.1.	A PROBLEMÁTICA DE PESQUISA.....	74
3.2.	CARACTERIZAÇÃO DO ESPAÇO E DOS SUJEITOS DA PESQUISA	75
3.2.1.	BREVE RELATO SOBRE AS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS PELO GTPF/NEC	78
3.3.	COLETA DE INFORMAÇÕES: INSTRUMENTOS E USOS	80
3.3.1.	OBSERVAÇÕES E VIDEOGRAVAÇÕES DE AULAS	81
3.3.2.	DIÁRIOS DA PRÁTICA PEDAGÓGICA DOS PROFESSORES E A PRODUÇÃO DOS ALUNOS.....	83
3.3.3.	ENTREVISTAS SEMI-ESTRUTURADAS.....	86
CAPITULO 4. CONSTATAÇÕES E RESULTADOS		87
4.1.	ENVOLVIMENTO E O DESEMPENHO DOS ALUNOS E/OU DOS GRUPOS NAS ATIVIDADES DIDÁTICAS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	87
4.2.	DESENVOLVIMENTO DE CONTEÚDOS PROCEDIMENTAIS COM AS ATIVIDADES DIDÁTICAS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	99
4.3.	DESENVOLVIMENTO DE CONTEÚDOS ATITUDINAIS COM AS ATIVIDADES DIDÁTICAS DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	105
CONSIDERAÇÕES FINAIS		109
BIBLIOGRAFIA		115

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Algumas diferenças entre a aprendizagem de dados/fatos e a aprendizagem de conceitos	20
Tabela 02: Algumas diferenças entre conhecimentos declarativos e conhecimentos procedimentais	23
Tabela 03: Exemplo de transformação de enunciados	52
Tabela 04: Caracterização dos sujeitos envolvidos na pesquisa	77
Tabela 05: Classificação dos conteúdos procedimentais trabalhados por meio das ADRP.....	99
Tabela 06: Conteúdos atitudinais trabalhados por meio das ADRP	106
Tabela 07: Listagem de conteúdos procedimentais e atitudinais de acordo com seus graus de aprendizagem.....	111

LISTA DE FIGURAS

Figura 01:	Esquema ilustrativo de condições para a aprendizagem significativa de conceitos	33
Figura 02:	Esquema ilustrativo de condições para a aprendizagem significativa de procedimentos	34
Figura 03:	Quadro de orientações/pistas para a elaboração de ADRP	41
Figura 04:	Esquema ilustrativo da hipótese de construção de conhecimento - substituição	64
Figura 05:	Esquema ilustrativo da hipótese de construção de conhecimento – independência-coexistência	65
Figura 06:	Esquema ilustrativo da hipótese de construção de conhecimento - integração-enriquecimento do conhecimento cotidiano	66
Figura 07:	Extrato da produção de alunos (I).....	90
Figura 08:	Extrato da produção de alunos (II).....	91
Figura 09:	Extrato da produção de alunos (III).....	102

LISTA DE ANEXOS

ANEXO I - Conjunto de competências e habilidades tomadas como base para elaboração das provas do Exame Nacional de Ensino Médio (ENEM).

ANEXO II – Roteiro utilizado para a realização da entrevista com os professores.

ANEXO III – Conjunto de Atividades Didáticas de Resolução de Problemas elaboradas.

LISTA DE ABREVIATÓES

ADRP - Atividade Didática de Resolução de Problemas

DCNEM - Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio

DPP – Diário da Prática Pedagógica

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio

GTPF - Grupo de Trabalho de Professores de Física

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais

MD - Módulo Didático

MEC – Ministério da Educação

NEC - Núcleo de Educação em Ciências

PCNEF - Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

PEIES - Programa Especial de Ingresso ao Ensino Superior

SENED – Seminário Nacional de Educação

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UFSM - Universidade Federal de Santa Maria

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Educação
Centro de Educação
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E O ENSINO DE PROCEDIMENTOS E ATITUDES EM AULAS DE FÍSICA

AUTOR: LUIZ CLEMENT

ORIENTADOR: EDUARDO ADOLFO TERRAZZAN

Data e Local da Defesa: Santa Maria/RS, 03 de março de 2004.

A resolução de problemas é considerada, no âmbito do ensino de Ciências/Física, uma atividade didática fundamental para a construção de conhecimentos nesta área. No entanto, em sua maioria, estas atividades não passam de tarefas repetitivas de resolução de exercícios/problemas que envolvem apenas a memorização conceitual e/ou a aplicação direta de equações. Haja vista este fato e o trabalho desenvolvido pelo Grupo de Trabalho de Professores de Física (GTPF/NEC), que tem como uma de suas tarefas e também um de seus desafios a incorporação de atividades de resolução de problemas nos Módulos Didáticos, nos propomos a aprofundar os estudos sobre esta temática. Assim, no desenvolvimento da presente pesquisa, buscamos estabelecer alguns parâmetros que visam um melhor desenvolvimento destas atividades em sala de aula. Concomitante a isso procuramos analisar a possibilidade de ensino de conteúdos procedimentais e atitudinais, além dos conteúdos conceituais, por meio das Atividades Didáticas de Resolução de Problemas (ADRP). Elaboramos um conjunto de ADRP baseadas em situações-problema de enunciados abertos, cujos desenvolvimentos em sala de aula, seguiram uma abordagem investigativa. Primeiramente, as atividades foram elaboradas e posteriormente apresentadas e discutidas com os professores participantes do GTPF. As ADRP foram implementadas no Ensino Médio por alguns professores do GTPF, colaboradores da pesquisa. A partir da análise destas implementações, apresentamos os resultados e as considerações feitas sobre alguns aspectos relativos ao processo de ensino-aprendizagem, mais especificamente, ao envolvimento e ao desempenho dos alunos nas ADRP e ao ensino de procedimentos e atitudes por meio destas atividades.

ABSTRACT

Master's dissertation
Masters degree Education Program
Education Center
Federal University of Santa Maria, RS, Brazil

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS E O ENSINO DE PROCEDIMENTOS E ATITUDES EM AULAS DE FÍSICA

(SOLVING PROBLEMS AND TEACHING PROCEDURES AND ATTITUDES IN
PHYSICS CLASSES)

AUTHOR: LUIZ CLEMENT

ADVISOR: EDUARDO ADOLFO TERRAZZAN

Date and place of defense: Santa Maria, March 03, 2004.

The solving problems is considered, in the extent of the Science/Physical teaching, the fundamental didactic activity for the construction of knowledge in this area. However, in his majority, these activities don't pass of repetitive tasks of exercises/problems resolution that just involve the conceptual memorization and/or the direct equations application. As this fact and the work had been developed by the Works Group of Physics Teachers (GTPF/NEC), that has as one of their tasks and also one of their challenges the incorporation of activities of solving problems in Didactic Modules, we have been intend to go further in this studies of this theme. Thus, in the development of this present work we intend to establish some parameters that seek a better development of these activities in classroom. With this we have been tried to analyze the possibility of teaching of proceedings and by attitudes contents, beyond the conceptual contents, through the Didactic Activities of Solving Problems (ADRP). We have been elaborated a set ADRP based on problem-situation of open statements, whose developments, in classroom, followed an approach investigative. Firstly, the activities were elaborated and later presented and discussed with the participant teachers of GTPF. ADRP were implemented in High School by some teachers of GTPF, collaborators of this research. From the analysis of these implementations, we have been presented the results and the considerations about some relative aspects of teaching -learning process, more specifically, to the students involvement and performance in ADRP and to the procedures and attitudes teaching by these activities.

INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea, os conhecimentos relacionados à área de Ciências da Natureza se tornam cada dia mais importantes, tanto para a inserção do cidadão no mundo do trabalho quanto para uma maior compreensão acerca dos artefatos tecnológicos que estão a sua volta, bem como para uma melhor qualidade de vida e para a participação social ativa. Em suma, para o exercício de sua cidadania plena. Apesar disso, o ensino de Física na Educação Básica ainda se caracteriza pelo excesso de atenção dada aos exercícios repetitivos, cuja abordagem privilegia o uso de algoritmos matemáticos em detrimento da compreensão de aspectos relacionados a situações e/ou aos fenômenos envolvidos. Configura-se assim um claro distanciamento entre os conteúdos ministrados e a realidade cotidiana.

A estruturação deste ensino, baseado fortemente em aulas expositivas, permeadas por resoluções mecânicas de exercícios, é bastante fortalecida pela utilização pouco crítica do livro didático, o qual, atualmente, se constitui praticamente no único recurso didático utilizado pelos professores, não apenas para o trabalho com os alunos, como também para o preparo de suas aulas.

Esta forma de ensino deriva da concepção formada sobre a ciência e o seu ensino, os quais são concebidos, respectivamente, como um conjunto de “conhecimentos absolutos” e que devem ser ensinados e aprendidos mediante uma dinâmica de transmissão e recepção de conhecimentos. Tal concepção de ciência e de seu ensino é, em parte, uma das grandes responsáveis pela atual insatisfação demonstrada tanto pelos alunos quanto pelos professores em relação às aulas na área de Ciências Naturais.

Com o objetivo de buscar a superação das dificuldades e deficiências encontradas no ensino das Ciências Naturais, têm surgido

novas propostas de ensino-aprendizagem. Dentre estas propostas encontra-se o “ensino baseado na investigação”, que visa auxiliar os alunos a compreender melhor e mais amplamente as situações e os fenômenos cotidianos, abrangendo um maior corpo de conhecimentos, o que lhes dará condições de atuar mais efetivamente no seu dia-a-dia. Além disso, um Ensino de Ciências desenvolvido na perspectiva investigativa apresenta aos estudantes elementos para que possam compreender aspectos relativos à produção e à evolução do conhecimento da área. No conjunto, todos estes fatores tendem a propiciar uma aprendizagem mais significativa.

Dessa forma, precisamos superar a tendência a propor apenas revisões baseadas em orientações externas ao ambiente escolar, seja nos conteúdos normalmente trabalhados, seja nas abordagens metodológicas adotadas em sala de aula, que têm contribuído muito pouco na preparação dos alunos para participar ativa e efetivamente na sociedade atual. De outro modo, podemos dizer que quaisquer modificações só se viabilizam na medida em que elas ocorram por meio de uma reflexão conjunta com os professores em exercício.

No entanto, é preciso uma cuidadosa análise sobre como realizar estas discussões com os professores, pois, de acordo com as experiências acumuladas ao longo dos últimos anos, atividades muito comuns como cursos de curta duração, pouco têm contribuído para a melhoria do ensino na Educação Básica. Em contrapartida, projetos de formação permanente e/ou cursos de longa duração, centrados nos problemas vividos pelos professores no cotidiano das escolas, sobretudo aqueles formulados por demandas da própria comunidade escolar, que permitem um espaço de discussão, estudo e produção de material didático, bem como, momentos de reflexão individual e coletiva entre os professores, mostraram-se bem mais adequados e eficazes. Projetos e cursos deste tipo propiciam melhores condições para auxiliar e sustentar

prováveis modificações na prática pedagógica dos professores da Educação Básica (Ustra, 1997).

Parte de nossa pesquisa é realizada neste âmbito de discussão com professores, uma vez que temos como uma de nossas metas contribuir para o melhoramento do ensino de Física, particularmente, das atividades de Resolução de Problemas. Dessa forma, realizamos reuniões periódicas com professores de Física em serviço, para a realização de discussões teóricas e metodológicas sobre esta temática, bem como, sobre a elaboração e desenvolvimento de Atividades Didáticas de Resolução de Problemas em sala de aula.

Cabe adiantar aqui que apesar de vários professores mencionarem que realizam, normalmente, práticas de resolução de *problemas* em sala de aula, o que realmente fazem é a resolução de “*simples exercícios*”. Por outro lado, é necessário alertar também, que a distinção entre problema e exercício é muito sutil e não pode ser tomada em termos absolutos (Peduzzi, 1997). Portanto, o que começamos a problematizar aqui é a ênfase que é dada para a quantidade de resoluções em detrimento da qualidade delas, ou seja, a prioridade dada às resoluções mecânicas ao invés das resoluções que tenham um maior significado para os alunos.

De forma geral, na resolução tradicional de exercícios, não costuma haver nenhuma análise qualitativa visando uma maior compreensão sobre o contexto e a Física envolvida. Acabam se resumindo em simples manipulações matemáticas ou na simples enunciação de princípios e leis físicas, cujas contribuições para a vida diária dos alunos são difíceis de serem identificadas. Os exercícios/problemas encontrados nos livros didáticos (enunciados fechados) não permitem, em geral, este tipo de análise e resolução.

Em função destas constatações realizamos um trabalho conjunto com alguns professores, objetivando produzir mudanças na forma de

apresentação e de resolução dos problemas/exercícios em sala de aula e ao mesmo tempo investigar sobre todo esse processo.

Partimos da idéia de que as atividades de resolução de problemas devem propiciar aos alunos o desenvolvimento de uma aprendizagem que lhes permita não apenas resolver problemas escolares, mas também, problemas cotidianos. Porém, para que isso ocorra, é preciso ensinar aos alunos, além dos conteúdos conceituais, também os conteúdos procedimentais e atitudinais envolvidos nos problemas. Somente dessa forma pode-se almejar que os alunos desenvolvam uma autonomia maior para saber proceder e agir frente a novas situações-problema, longe ou momentaneamente afastados do olhar e da ajuda do professor. As discussões que levamos a efeito nesse sentido são encontradas ao longo dos capítulos desta dissertação. Apresentamos a seguir, em linhas gerais, as discussões que se fazem presentes em cada um dos capítulos.

No início do primeiro capítulo, apresentamos uma breve discussão sobre o panorama atual da disciplina e do currículo de Física do Ensino Médio. Na seqüência, realizamos uma discussão sobre os conteúdos que, ao nosso entender, deveriam fazer parte das grades curriculares da disciplina de Física. Sinalizamos, assim, alguns aspectos que apontam para a ocorrência de mudanças na programação curricular dessa disciplina a partir da incorporação de procedimentos e atitudes, além dos conteúdos de natureza conceitual. Cada conteúdo desta tríade (conceituais, procedimentais e atitudinais) é discutido em separado a fim de expormos nossa compreensão sobre os mesmos.

No segundo capítulo, apresentamos alguns aportes da pesquisa em Resolução de Problemas. Constatamos e comentamos também, alguns modelos de Resolução de Problemas presentes na literatura da área de Educação em Ciências. Com base em um destes modelos, sugerimos uma proposta de elaboração e desenvolvimento de Atividades Didáticas de Resolução de Problemas em sala de aula, a partir de uma

perspectiva investigativa. Discutimos também alguns aspectos relativos à constituição do conhecimento escolar, tendo em vista sua inter-relação com o conhecimento cotidiano e o científico. Sumariamente, sinalizamos ainda, uma possibilidade de trabalharmos procedimentos e atitudes por meio das Atividades Didáticas de Resolução de Problemas.

No terceiro capítulo, apresentamos mais claramente a problemática de pesquisa e descrevemos como esta foi desenvolvida, os instrumentos de coleta de informações e a sua utilização.

No quarto e último capítulo, apresentamos os resultados obtidos a partir da análise feita das implementações das Atividades Didáticas de Resolução de Problemas em sala de aula.

Por fim, emitimos algumas considerações, decorrentes dos resultados acima mencionados.

Um Pouco Sobre a Trajetória Acadêmica e da Escolha da Temática de Pesquisa

Um relato sobre a trajetória acadêmica seguida pode, num primeiro momento, parecer pouco significativo no contexto de uma discussão mais ampla. Contudo, consideramos importante apontar algumas etapas de nossa formação, como professor de Física, que levaram ao ingresso no Mestrado em Educação com vistas a aprofundar os estudos sobre a temática de Resolução de Problemas no Ensino de Física.

Ingressamos no Curso de Licenciatura em Física em 1998 e desde o ano de 2000 participamos de várias das atividades desenvolvidas no Núcleo de Educação em Ciências (NEC). Durante os anos de 2000 e 2001 atuamos como bolsista de Iniciação Científica e a partir de 2002, como mestrando e bolsista do Programa de Pós-Graduação em Educação do Centro de Educação da UFSM. Durante todo esse período estivemos envolvidos mais diretamente em um projeto de pesquisa intitulado

“Atualização Curricular no Ensino de Física e a Formação Continuada de Professores”, junto ao qual desenvolvem-se atividades de pesquisas e ações de extensão, como é o caso do Grupo de Trabalho de Professores de Física (GTPF), do qual participamos como membro de dois de seus subgrupos.

Neste período conhecemos parte da bibliografia existente na área de Educação e Educação em Ciências, além de estudar e discutir algumas propostas de mudanças curriculares para a disciplina de Física do Ensino Médio. Por outro lado, a participação no GTPF proporcionou um trabalho conjunto com professores em serviço, atuantes em escolas públicas da região de Santa Maria/RS.

Como bolsista de Iniciação Científica, atuando no projeto acima mencionado, nosso objetivo principal estava voltado, basicamente, ao processo de atualização curricular permanente, procurando incorporar tópicos de Física Moderna nos planejamentos didático-pedagógicos elaborados pelo GTPF. Além disso, participamos de ações que visaram a formação continuada de professores.

Participando do GTPF, tivemos a oportunidade de elaborar Módulos Didáticos (MD), em conjunto com dois subgrupos do GTPF, mais especificamente aqueles voltados a 2ª série e 3ª série do Ensino Médio, e de manter contato direto com as situações em sala de aula e a implementação dos MD.

Adquirimos maior experiência como professor de Física lecionando numa turma de 2ª série de Ensino Médio, na Escola Estadual Manuel Ribas de Santa Maria/RS no decorrer do segundo semestre letivo de 2000 e durante todo ano de 2001. Nesta atuação, além da implementar os Módulos Didáticos, constatamos as reais dificuldades que um professor enfrenta nas escolas públicas brasileiras, dentre as quais a precariedade de espaço físico, falta de materiais didáticos e o elevado número de alunos por turma.

Durante esse período houve sempre, entre os professores participantes do GTPF, uma constante preocupação com o desempenho dos alunos na resolução de exercícios e/ou problemas, o que viria a ser um dos principais motivos para aprofundar os estudos sobre a temática de resolução de problemas no ensino de Física; foco desta pesquisa de mestrado.

Após o ingresso no Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação, em 2002, continuamos participando do GTPF e ampliamos as discussões sobre a questão de resolução de problemas no ensino de Física com os professores participantes deste grupo. Além disso, surgiram também algumas oportunidades de contarmos com professores e/ou futuros professores de Física durante a realização de cursos/oficinas.

Uma primeira oficina que ministramos, intitulada *Resolução de Problemas no Ensino de Física* foi desenvolvida em outubro de 2002, durante um evento promovido pelo Núcleo de Educação em Ciências da UFSM e estendido a professores envolvidos no ensino de ciências, tanto na Educação Infantil quanto no Ensino Fundamental e Médio.

Numa segunda oportunidade, ministramos uma oficina durante o XV Simpósio Nacional de Ensino de Física, realizado em março de 2003 na cidade de Curitiba/PR, com o título *Estratégias de Resolução de Problemas no Ensino de Física: alguns Exemplos*. Além dessas duas oficinas há outro curso, intitulado *Estratégias de Resolução de Problemas numa perspectiva de Investigação*, que ministramos em agosto de 2003 durante o IV Seminário Nacional de Educação (SENED) promovido pela Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões de Santiago/RS. Além das oficinas e do curso, realizamos atividades de Docência Orientada nas disciplinas de Didática da Física I, Didática da Física II e Prática de Ensino de Física, durante a qual tivemos a oportunidade de discutir a temática de Resolução de Problemas com

professores em formação inicial e obter informações e contribuições para o desenvolvimento do trabalho.

Também, na medida do possível, participamos dos eventos científicos da área de Educação e Educação em Ciências tanto para conhecer trabalhos de outras pessoas quanto para a apresentação e divulgação de trabalhos relativos a esta pesquisa, submetendo-os a críticas a fim de obter sugestões para delimitá-los e defini-los melhor.

A participação nesses eventos, bem como, as realizações das oficinas/cursos e as atividades de Docência Orientada renderam valiosas contribuições para um melhor delineamento da presente pesquisa, além de um grande aprendizado pessoal no que tange a temática discutida e ao envolvimento e discussão com professores de diferentes regiões e, por conseguinte, realidades distintas.

Capítulo 1. O ENSINO DE FÍSICA NA ESCOLARIZAÇÃO DE NÍVEL MÉDIO

A partir de uma breve discussão sobre o panorama atual da disciplina e do currículo de Física do Ensino Médio apresentamos, na seqüência, uma discussão sobre os conteúdos que, ao nosso entender, deveriam fazer parte das programações curriculares desta disciplina. Neste sentido, discorreremos sobre a importância da incorporação dos procedimentos e das atitudes, além dos conteúdos conceituais, nos currículos escolares da área de Ciências da Natureza, em particular, para o Ensino de Física. Cada conteúdo desta tríade é exposto e discutido em separado, tendo em vista a necessidade de uma maior clareza sobre os mesmos.

1.1. Um Breve Panorama da Disciplina de Física no Ensino Médio

De forma geral, ao se analisar currículos de Física vigentes para o Ensino Médio nota-se, de maneira muito acentuada, um afastamento explícito entre os conceitos trabalhados em aula e a realidade cotidiana do aluno. Tal distanciamento se deve, em parte, à abordagem dada quando se ensinam as leis, os conceitos e os fenômenos a partir de um enfoque essencialmente matemático e formalista, concomitante ao desprezo e/ou omissão dos aspectos históricos e sociais que influenciaram o desenvolvimento da Ciência/Física. Esta matematização excessiva e, por conseguinte, a falta de abordagens mais qualitativas e de uma maior contextualização, tanto histórica quanto cotidiana dos assuntos tratados, fazem com que o ensino de Física mantenha seu caráter propedêutico e sua pouca relevância para a vida dos alunos, não conseguindo nem mesmo despertar a curiosidade deles.

Esse tipo de tratamento dado à Física na escolarização de nível médio contribui para formar nos alunos uma concepção de que há “conhecimentos absolutos”, na medida em que não são proporcionados elementos sobre a origem da ciência, sua evolução e sobre as grandes mudanças que ocorreram ao longo do desenvolvimento da mesma.

Voltamo-nos assim, para o currículo atual da disciplina de Física para o Ensino Médio, mais precisamente, para o currículo vigente na nossa região (Santa Maria/RS). Embora a partir das normativas legais da Educação Básica, cada escola passou a ter liberdade para a elaboração de seu currículo próprio, as programações curriculares das escolas da região de Santa Maria/RS continuam essencialmente direcionadas ao currículo oficial do PEIES - Programa Especial de Ingresso ao Ensino Superior¹.

Podemos perceber que este currículo constitui-se majoritariamente de assuntos compreendidos entre os anos de 1600 e 1850, ou seja, a mecânica clássica (base newtoniana), termodinâmica, óptica, eletricidade e eletromagnetismo. Não há referências sobre o desenvolvimento e evolução da ciência na Grécia Antiga e Idade Média; já sobre os avanços e a “reviravolta” no final do século XIX e início do século XX, são propostos apenas tópicos referentes à relatividade. Com efeito, torna-se necessária uma reformulação e uma atualização permanente deste currículo.

Neste contexto, é importante que se faça uma discussão sobre o termo currículo. Assim, ao procurarmos definir “currículo” nos defrontamos com uma variedade de significados (Moreira & Axt, 1986). Por exemplo,

¹ O PEIES teve seu início em 1995, tendo como objetivo proporcionar aos estudantes da Educação Básica uma modalidade alternativa de ingresso na Universidade, por meio de provas realizadas após cada série do Ensino Médio. Para este processo seletivo são destinadas 20% das vagas dos cursos da UFSM e o restante das vagas (80%) continuam sendo preenchidas pela forma tradicional de Exame de Vestibular.

é lugar-comum utilizar o termo currículo para se referir à listagem de conteúdos a serem trabalhados em uma disciplina ou num curso. Outra variante do uso do termo currículo é a discutida por Moreira & Axt (1986) ao apresentarem a idéia de *Ênfase Curricular*, de D. A. Roberts². Segundo eles, “*uma ênfase curricular é um conjunto de mensagens sobre ciências comunicadas, explícita ou implicitamente, ao estudante*” (p. 68). Estas mensagens compõem-se de objetivos que ultrapassam a aprendizagem do que normalmente se chama de conteúdos de ensino, estendendo-se assim à sinalização de respostas para a importância, necessidade e o porque de aprender ciências.

No nosso entendimento o termo currículo deve expressar o conjunto de objetivos de ensino e aprendizagem, os conteúdos a serem trabalhados, as formas e a perspectiva sob a qual pretende-se que sejam ensinados. É nesta acepção que adotamos o termo currículo no decorrer da exposição. Os objetivos poderão ser definidos com base em diferentes pressupostos (tipo de cidadão que a instituição quer formar, legislação educacional, sinalização das pesquisas em educação/ensino, entre outros) e/ou embasados por diferentes *ênfases curriculares*, aproveitando o trabalho de Roberts. Os conteúdos devem ser entendidos de forma ampla, ou seja, abrangendo os conceitos, procedimentos e atitudes.

Em concordância com os objetivos e conteúdos selecionados, serão definidas a perspectiva e, derivativamente, a forma sob a qual os últimos serão tratados. Sendo assim, todo o processo de construção de um currículo, embora seja gerenciado por uma equipe, deverá preferencialmente ser aberto para apreciação e discussão de toda

² De acordo com Roberts *apud* Moreira & Axt (1986) são sete as ênfases curriculares, não mutuamente exclusivas, no ensino de ciências, quais sejam: 1) A ênfase da ciência do cotidiano, 2) a ênfase da estrutura da ciência, 3) a ênfase da ciência, tecnologia e sociedade, 4) a ênfase do desenvolvimento de habilidades científicas, 5) a ênfase das explicações corretas, 6) a ênfase do indivíduo como explicador e 7) a ênfase da fundamentação sólida. Uma descrição destas ênfases curriculares é encontrada no artigo de D. A. Roberts, Developing the concept of “curriculum emphases” in science education. **Science Education**, v. 66, n. 2, 1982.

comunidade escolar (direção, professores, pais e alunos), atendendo as metas de cada instituição de ensino.

Ainda em relação aos currículos, a concepção tecnicista esteve presente de forma marcante nas pesquisas de nosso país durante algumas décadas, decorrente do contexto político e social no qual o interesse na profissionalização dos trabalhadores era enfatizado. A partir da década de 80, no entanto, com as modificações no sistema político do país, se esboçou uma tentativa de alterar o enfoque das pesquisas sobre os currículos das escolas brasileiras. A preocupação com as técnicas de ensino passou a ser duramente criticada, dando lugar a duas vertentes: uma que propõe basicamente uma ênfase maior nos conteúdos a serem trabalhados em sala de aula; outra que defende uma educação para as classes populares, através de um ensino que contemple temas presentes no dia-a-dia dos alunos. Os métodos/materiais utilizados neste tipo de ensino deveriam ser acessíveis e inovadores.

Entretanto, apesar de todas as discussões e do avanço das pesquisas nestas vertentes, das quais se derivaram produções importantes, pouco ou praticamente nada de seus resultados têm chegado até as salas de aula. Com efeito, as mudanças desejadas e implementadas não afetaram de modo significativo as questões estruturais básicas dos currículos das escolas brasileiras. Tendo isto em vista, os currículos, na grande maioria das vezes, continuam não passando de meras listas de conteúdos e os planejamentos correspondentes se constituem em uma cópia de índices dos livros didáticos mais adotados. Estes currículos costumam vir prontos para o “consumo” dos professores, aos quais resta apenas a função de “executá-los” acriticamente em sala de aula.

Para possibilitar uma mudança nesse quadro seria importante que o desenvolvimento das pesquisas em Educação aproximasse os pesquisadores da área e os professores para que, dessa forma, fosse

gerado um número maior de sugestões práticas para as escolas. Não se trata de levar receitas prontas para a aplicação em sala de aula, mas sim, de realizar um estudo/trabalho conjunto visando a elaboração de planejamentos didático-pedagógicos que proporcionem aos alunos tarefas escolares mais significativas.

Neste sentido, propomos uma discussão acerca dos conteúdos que deveriam ser trabalhados neste nível de ensino. Para tanto, temos claras indicações nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), propostos pelo Ministério da Educação (MEC), que, ressaltando as críticas que recebem, por vezes bem colocadas, trazem pontos interessantes, um dos quais é a indicação de que não se pode formar cidadãos só com conteúdos conceituais; em conjunto devem ser tratados também conteúdos procedimentais e atitudinais.

Com vistas a isso, os PCNEM prevêm que no ensino de Física sejam abordadas questões próximas ao mundo vivido pelos alunos, deixando de ser apenas uma apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada e vazia de significado, sem nenhuma relevância e motivação para os alunos. O que se busca no Ensino Médio é que o ensino da Física contribua para a melhoria de vida tanto no âmbito pessoal, como no social e no profissional, presente e futuro, dos adolescentes e jovens que freqüentam a escola média.

A pretensão é que tenhamos, por exemplo:

... uma Física que explique a queda dos corpos, o movimento da lua ou das estrelas no céu, o arco-íris e também os raios laser, as imagens da televisão e as formas de comunicação. Uma Física que explique os gastos da “conta de luz” ou o consumo diário de combustível e também as questões referentes ao uso das diferentes fontes de energia em escala social, incluída a energia nuclear, com seus riscos e benefícios. Uma Física que discuta a origem do universo e sua evolução. Que trate do refrigerador ou dos motores a combustão, das células fotoelétricas,

das radiações presentes no dia-a-dia, mas também dos princípios gerais que permitem generalizar todas essas compreensões. Uma Física cujo significado o aluno possa perceber no momento em que aprende, e não em um momento posterior ao aprendizado (PCNEM, p. 23).

Para que sejam feitas modificações substanciais que superem as atualizações referentes aos conteúdos conceituais devemos, necessariamente, planejar atividades didáticas que permitam o desenvolvimento dos três campos: conceitual, procedimental e atitudinal. E esse processo deverá, preferencialmente, ser realizado a partir de discussões conjuntas com os professores em serviço na Educação Básica.

No Brasil, a escola média continua tendo um caráter de "terminalidade" para os que a freqüentam. Este fato foi levantado nos anos noventa (Terrazzan, 1994) e, infelizmente, continua sendo realidade em nossa atual conjuntura escolar. A mudança mais notável ocorrida na década de noventa é que o número de matrículas no Ensino Médio praticamente dobrou; no restante, continuamos praticamente na mesma situação que nas décadas anteriores.

O termo "terminalidade", segundo Terrazzan, pode ser considerado sob dois aspectos. Numa primeira interpretação, pretende ressaltar que para um grande contingente de alunos, a física na escola média será o único contato com a ciência Física na sua escolarização formal. Numa segunda interpretação, que pode funcionar como um reforço à primeira, afirma que também é o último contato formal para um grande percentual de alunos que seguem numa formação de nível superior. Assim sendo, seja qual for a interpretação dada, vemos reforçado o argumento de que todos os aspectos básicos relativos à construção desta área do conhecimento humano precisam e podem ser contemplados no nível médio de ensino.

Assim, a Física desenvolvida na escola média deve permitir aos estudantes pensar acerca do mundo que os cerca, interpretando-o e compreendendo-o. No mundo complexo em que vivemos (industrializado, informatizado) a física desempenha um papel privilegiado para as possíveis leituras do mesmo. Isto se deve ao seu caráter de descrição do mundo natural e de suas propriedades, proporcionando-nos formas de interpretar os fenômenos naturais, os quais descreve com uma linguagem que nos permite a sua compreensão. Cabe aos profissionais da área de Ensino/Educação, professores e pesquisadores, proporcionar atividades didáticas que contribuam para a realização desta tarefa de obter um entendimento satisfatório do mundo e de suas transformações.

Mais uma vez fica evidenciada a necessidade de uma reformulação substancial das programações curriculares usualmente em curso e, conseqüentemente, da preparação de atividades didáticas inovadoras, por meio das quais possam ser ensinados aos alunos conceitos, princípios e leis físicas, sem deixar de lado o ensino do “saber fazer” a partir destes conhecimentos, bem como, o ensino de elementos que lhes permitam o desenvolvimento de um posicionamento crítico sobre o que sabem e sobre o que sabem fazer.

1.2. Indicações dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio apresentam uma proposta para este nível de ensino, na qual sugerem que, sem que seja profissionalizante, o Ensino Médio propicie efetivamente um aprendizado útil à vida e ao trabalho, atentando para que as informações, o conhecimento, as competências, as habilidades e os valores desenvolvidos sejam instrumentos reais de percepção, satisfação, interpretação, julgamento, atuação, desenvolvimento pessoal ou de

aprendizado permanente. Por conseguinte, técnicas especializadas cujos sentidos só possam ser compreendidos em outra etapa de escolaridade devem ser evitadas.

Dessa forma, nos PCNEM, as disciplinas da área de ciências, matemática e também suas tecnologias possuem uma sinalização clara para o desenvolvimento de competências e habilidades que possibilitem a realização de intervenções e julgamentos práticos. Isto quer dizer que há a necessidade de uma contextualização, tanto histórica quanto cotidiana, dos conteúdos tratados em sala de aula para que seja possível, por exemplo,

... o entendimento de equipamentos e de procedimentos técnicos, a obtenção e análise de informações, a avaliação de riscos e benefícios em processos tecnológicos, de um significado amplo para a cidadania e também para a vida profissional (PCNEM parte III, pg 7).

Além das indicações do desenvolvimento de habilidades e competências proposto pelos PCNEM, a UNESCO, através do Relatório Delors (1998), também apresenta algumas recomendações para a educação, fundamentadas em quatro pilares do processo de aprendizagem:

- **Aprender a Conhecer:** que pressupõe saber selecionar, acessar e integrar os elementos de uma cultura geral, suficientemente extensa e básica, com o trabalho em profundidade de alguns assuntos, com espírito investigativo e visão crítica; em resumo, significa ser capaz de aprender a aprender ao longo de toda a vida.
- **Aprender a Fazer:** que pressupõe desenvolver a competência do saber se relacionar em grupo, saber resolver problemas e adquirir uma qualificação profissional.
- **Aprender a Viver Juntos:** que consiste em desenvolver a capacidade de compreender o outro e a percepção das interdependências na

realização de projetos comuns, preparando-se para gerir conflitos, fortalecendo, assim, sua própria identidade e respeitando a dos outros, respeitando valores de pluralismo, de compreensão mútua e de busca da paz.

- **Aprender a Ser:** para melhor desenvolver sua personalidade e poder agir com autonomia, expressando opiniões e assumindo as responsabilidades pessoais.

Essas recomendações estão diretamente ligadas aos conteúdos que deverão fazer parte da programação curricular de cada escola e mostram claramente que os objetivos educacionais devem se estender para além dos conhecimentos do campo conceitual. Assim sendo, é importante termos clara a relevância social dos conteúdos programados e sua contribuição não só para o desenvolvimento intelectual do aluno como também para a formação de cidadãos.

Nesse sentido, a escolha dos conteúdos deverá ser feita numa perspectiva mais ampla, levando em conta não somente o papel dos conteúdos de natureza conceitual (fatos/dados, conceitos e princípios), que têm sido tradicionalmente predominantes, mas também dos conteúdos de natureza procedimental (que em geral abordam técnicas e estratégias) e atitudinal (que incluem os juízos, normas e valores, que de alguma forma permeiam todo o conhecimento escolar). Enfatiza-se bastante, em termos de discussões, que as pessoas devam *aprender a fazer coisas*, porém, isto só se torna possível se lhes ensinarmos conteúdos procedimentais. Além disso, o *aprender a ser* e o *aprender a viver juntos* requerem também outros conhecimentos; estes dizem respeito aos conteúdos atitudinais.

Segue-se disso, que há uma vasta gama de conteúdos a serem trabalhados no âmbito da escolarização básica, o que remete para a necessidade de novas discussões e análises. O que podemos adiantar é que, ao concordarmos com a tríade de conteúdos acima citada, e

organizarmos nossas atividades escolares englobando-a, mantemos a idéia de que a aprendizagem é uma atividade racional, fruto de um processo de construção e não uma atividade que se caracteriza unicamente pela “reprodução” e “acumulação” de conhecimentos.

1.3. Conteúdos Curriculares para o Ensino de Física

De acordo com alguns dos resultados apresentados nas pesquisas da área de ensino de Ciências Naturais, há uma crescente sensação de desassossego e fracasso, por parte dos professores desta área, em relação ao limitado êxito de seus esforços docentes. Isto costuma ser creditado à falta de motivação e interesse, por parte dos alunos, pelo que lhes é ensinado (Pozo & Crespo, 1998).

Caso se compartilhe a idéia de que a motivação do aluno a participar da aula, em grande parte, decorre da preparação e desenvolvimento das atividades didáticas, fica claro que o papel do professor e da instituição escolar da qual faz parte é fundamental, embora muitas vezes isto não seja reconhecido por estes. O processo de mudança nesse quadro inicia-se na medida em que os aspectos anteriormente mencionados sejam discutidos durante a elaboração das programações curriculares de cada escola, não as restringindo apenas a uma listagem de conteúdos conceituais.

Dada a necessidade de maior clareza na escolha dos conteúdos a serem incorporados numa programação curricular para a área de Ciências Naturais, em particular, para o ensino de Física na escola média, vamos abordar a seguir algumas idéias sobre os conteúdos que podem e/ou devem fazer parte dos currículos escolares dessa área. Lembramos, novamente, que os currículos em questão devem ter como meta a

construção significativa de aprendizagem por parte dos alunos e uma formação que contribua para o seu pleno exercício da cidadania.

1.3.1. Conteúdos Conceituais

As programações curriculares vigentes nos últimos anos na Educação Básica, constituíram-se, essencialmente, por longas listas de conteúdos conceituais. Atualmente, embora já tenham ocorrido mudanças em alguns destes currículos, sobretudo na área de Ciências Naturais, incorporando dois novos tipos de conteúdos - os procedimentais e os atitudinais – o eixo central continua sendo formado pelos conteúdos conceituais, que podem ser classificados em dois tipos: os *dados/fatos* e os *conceitos* propriamente ditos. Os conceitos, por sua vez, admitem outra distinção, qual seja: *conceitos específicos* e *conceitos estruturantes ou princípios* (Pozo & Crespo, 1998).

Um dado/fato é definido como uma informação que afirma ou declara algo sobre o mundo. Alguns exemplos deste tipo de conteúdo conceitual, que normalmente são ensinados nas aulas de Física ou ciências são:

- a temperatura de ebulição da água a pressão de 1 atm é de 100 °C;
- a densidade da água pura é de 1 g/cm³;
- a distância de 1 quilômetro equivale a 1000 metros;
- o símbolo do oxigênio é O;
- a teoria da evolução foi proposta por Darwin.

Uma coisa é sabermos ou conhecermos algo, outra é dar-lhe sentido. Isto indica que *“compreender um dado requer a utilização de conceitos, ou seja, relacionar esses dados dentro de uma rede de significados que explica porque se produzem e que conseqüências têm”*

(Pozo & Crespo, 1998, p. 86). É neste contexto epistemológico que se insere a distinção entre conceitos específicos e conceitos estruturantes.

Os conceitos específicos são aqueles normalmente encontrados nas listas habituais de conteúdos conceituais, por exemplo, o conceito de densidade, energia, combustão, dilatação, entre outros. Diferentemente desses, os conceitos estruturantes ou princípios são mais gerais, envolvendo alto grau de abstração. Comumente tais conceitos subjazem à organização conceitual de uma área de conhecimento. Tal é o caso dos princípios de conservação na Física e da noção de igualdade na Matemática.

Ainda, do ponto de vista da aprendizagem, podem ser apontadas algumas diferenças importantes entre os fatos/dados e os conceitos. Algumas delas encontram-se sintetizadas na tabela abaixo:

Tabela 01: Algumas diferenças entre a aprendizagem de dados/fatos e a aprendizagem de conceitos.

	Aprendizagem de dados/fatos	Aprendizagem de conceitos
Consiste em	Cópia literal	Relação com conceitos anteriores
É alcançada por	Repetição (aprendizagem memorística)	Compreensão (aprendizagem significativa)
É adquirida	De uma só vez	Gradualmente
É esquecida	Rapidamente caso não haja revisão	Mais lenta e gradualmente

Fonte: Pozo & Crespo, 1998.

A partir da síntese apresentada na tabela, é perceptível que os dados/fatos são aprendidos de forma literal enquanto os conceitos o são por meio de relações entre estes e os conhecimentos obtidos previamente. Além disso, os dados/fatos são aprendidos de uma só vez. Por exemplo: caso queiramos saber quantos metros há em um quilometro, não basta sabermos que são muitos; precisamos saber exatamente quantos são. Com efeito, acerca de um dado/fato, ou sabemos ou não sabemos. Já os conceitos são aprendidos gradualmente.

Assim, a aprendizagem de dados/fatos baseia-se na memorização, ao passo que a compreensão dos conceitos se dá pela aprendizagem significativa.

Além dessa diferença na aprendizagem, nota-se também que os dados/fatos e os conceitos diferem quanto a seu esquecimento. Os dados/fatos, aprendidos geralmente por repetição, tendem a serem esquecidos se deixarmos de revisá-los com alguma freqüência. Os conceitos, por sua vez, tomados enquanto conhecimentos aprendidos por meio de relações com nossas idéias e experiências anteriores, também poderão ser esquecidos, porém, isto ocorrerá gradualmente. Primeiramente, nossa compreensão sobre eles poderá ficar difusa e deformada, sendo que o seu esquecimento não ocorrerá de forma tão repentina (Pozo, 2000).

Segundo Pozo & Crespo (1998), embora os dados/fatos e conceitos desempenhem funções diferentes no ensino de ciências, estão mutuamente interligados. Isso, por vezes, tornará difícil distinguir se os alunos estão compreendendo a matéria ou se somente estão memorizando dados/fatos. Assim, conforme estes autores, a aprendizagem de dados/fatos é necessária quando esses são funcionais, ou seja, quando auxiliam em aprendizagens mais significativas para os alunos. Nesta circunstância, já não se pode restringir-se somente ao campo dos conteúdos conceituais; precisa-se também envolver os outros tipos de conteúdos, procedimentais e atitudinais, que discutiremos nas seções seguintes.

1.3.2. Conteúdos Procedimentais

Os conteúdos procedimentais expressam um saber fazer, que envolve tomada de decisões e realização de uma série de ações, de forma ordenada e não aleatória, para atingir uma meta (Pro Bueno, 1998;

Pozo et al, 1995; Coll & Valls, 2000). Esta definição é amparada por um entendimento comum entre vários autores sobre o que sejam os conteúdos procedimentais, pois, permite a clara identificação dos traços característicos de todo procedimento, quais sejam: a) referir-se a uma atuação; b) não ser uma atuação qualquer, mas ordenada; c) objetivar o alcance de uma meta.

Uma justificativa considerável a favor da inclusão de conteúdos procedimentais nos currículos escolares é a expectativa de que as pessoas, ao concluírem a escolarização básica, saibam fazer o maior número de atividades possíveis com o conhecimento construído ao longo de seu processo de escolarização.

No entanto, para a incorporação destes conteúdos nas programações curriculares devemos atentar para uma freqüente confusão que se estabelece em relação aos conteúdos procedimentais. Estes, por vezes, são confundidos com os procedimentos de ensino utilizados pelo professor ou até mesmo, com as atividades de aprendizagem realizadas pelos alunos, que fazem parte do que podemos chamar de metodologia. O que se pretende por meio dos procedimentos é que o aluno desenvolva suas potencialidades de fazer coisas, conhecimento este que tem valor em si mesmo, não se tratando apenas de um meio para aprender noções ou conceitos, como é o caso da metodologia (Coll & Valls, 2000).

O significado de procedimento e metodologia será o mesmo somente quando o professor entender que o seu método, sua estratégia, deverá ser aprendido também pelo aluno. Isso pode ocorrer quando o professor propõe uma atividade didática na qual considera de muita valia que o aluno siga um conjunto de etapas para a realização da mesma e tem a intenção de que os alunos não só desenvolvam um conjunto de noções e conhecimentos através das etapas propostas, mas também, que aprendam essa ordem.

Outra distinção que deve ser clarificada é entre conteúdos procedimentais e conteúdos conceituais (conhecimentos declarativos). Não há a necessidade de estender esta distinção ao campo dos conceitos específicos e estruturantes, uma vez que, dificilmente poderá haver uma confusão entre estes e os procedimentos. Para a distinção entre os conteúdos procedimentais e os conhecimentos declarativos, recorreremos a um quadro proposto por Pozo & Crespo (1998), no qual são apresentadas algumas das diferenças entre os conhecimentos gerados por tais conteúdos.

Tabela 02: Algumas diferenças entre conhecimentos declarativos e conhecimentos procedimentais

	Conhecimento declarativo	Conhecimento Procedimental
Consiste em	Saber que	Saber como
É	Fácil de verbalizar	Difícil de verbalizar
Se possui	Tudo ou nada	Em parte
Se adquire	De uma vez	Gradualmente
Se adquire	Por exposição (ensino receptivo)	Por prática/exercício (ensino por descobrimento)
Processamento	Essencialmente controlado	Essencialmente automático

Relativamente a estes dois campos de conhecimento podemos afirmar que os conhecimentos declarativos nos permitem afirmar/dizer ou declarar coisas sobre a realidade física e social. Já os procedimentais nos darão uma dimensão acerca do saber como, ou seja, sobre o saber fazer coisas relativas a essa realidade física e social (Pozo & Crespo, 1998).

No que tange às distinções resumidas no quadro, vale ressaltar ainda, que os conhecimentos declarativos embora possam ser adquiridos por atividades de caráter expositivo, isto não impede que eles também sejam construídos em atividades de outra natureza, de caráter investigativo, por exemplo. Por sua vez, no caso dos procedimentos, o que se pretende ressaltar é que estes não podem ser adquiridos por atividades de exposição, mas sim, com atividades que permitam e/ou exijam sua utilização prática.

No que diz respeito ao processamento destes tipos de conhecimentos estamos de acordo que se possa ter um controle maior sobre os conteúdos declarativos. No entanto, questionamos a posição dos autores citados quanto à automaticidade do processamento, no caso dos conhecimentos procedimentais. Cremos que, de certa forma, também este possa ser controlado. E se isto assim for, o caráter de essencial afirmado na tabela acima fica comprometido. Por exemplo, mediante a observação e a mediação realizadas pelo professor durante o desenvolvimento de atividades didáticas que exijam dos alunos a utilização de diferentes tipos de procedimentos, o processamento destes pode ser, de certa forma, influenciado e controlado.

Feitas as devidas distinções passamos à análise das classificações dos conteúdos procedimentais, efetuadas por alguns autores, com base na presença destes conteúdos nas programações curriculares elaboradas no marco da Reforma do Sistema Educacional Espanhol. Uma das classificações apresentadas na literatura é a de Pro Bueno (1995). Para este autor, os procedimentos podem ser classificados em:

- *Instrumentais*: manejo de instrumentos de medida; normas de segurança; resolução de exercícios numéricos; representação simbólica.
- *De investigação*: Técnicas experimentais ou de investigação; emissão ou refutação de hipóteses; elaboração de desenhos de experiências; realização de experiências; elaboração de conclusões; comunicação dos resultados.
- *De transferência*: identificação de conhecimentos em fatos da vida cotidiana; análise e interpretação de fatos da vida cotidiana; uso de modelos.

Outra classificação é apresentada por Pozo, Postigo & Crespo (1995), os quais classificam os conteúdos procedimentais em cinco categorias:

- *Aquisição da informação*: observação; seleção da informação; busca e recolha da informação; repasso e memorização da informação.
- *Interpretação da informação*: decodificação ou tradução da informação; uso de modelos para interpretar situações.
- *Análise da informação e realização de inferências*: análise e comparação de informações; atividades de investigação.
- *Compreensão e organização conceitual da informação*: compreensão do discurso; estabelecimentos de relações conceituais; organização conceitual.
- *Comunicação da informação*: expressão oral; expressão escrita; outros tipos de expressão.

No contexto em questão, Coll & Valls (2000) apresenta um conjunto de verbos denominados por ele de “*verbos procedimentais*”. Alguns deles são: *manejar, usar, construir, aplicar, coletar, observar, experimentar, elaborar, simular, demonstrar, planejar, avaliar, representar, analisar, identificar, etc.*

Tomando como ponto de partida este conjunto de verbos, uma análise das competências e habilidades apresentadas nos PCNEM mostra claramente que o desenvolvimento de várias delas exigem a aprendizagem de procedimentos. Listamos algumas das competências e habilidades em que isso fica explicitado:

- Identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos necessários para a produção, análise e interpretação de resultados, de processos e experimentos científicos e tecnológicos.

- Analisar qualitativamente dados quantitativos representados gráfica ou algebricamente relacionados a contextos sócio-econômicos, científicos ou cotidianos.
- Formular questões a partir de situações reais analisadas e compreender aquelas já enunciadas.
- Formular hipóteses e prever resultados.
- Elaborar estratégias de enfrentamento de questões.

O mesmo cabe ao conjunto de 05 (cinco) competências e 21 (vinte e uma) habilidades estabelecidas como base para a elaboração das provas do ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio – instituído pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais, em 1998 (ver ANEXO I)³. Tais provas, constituídas por 03 (três) questões para avaliar cada habilidade em particular, têm com objetivo avaliar o desempenho dos alunos que terminam a escolaridade básica, para aferir o desenvolvimento de competências fundamentais ao exercício pleno da cidadania (Documento Básico do ENEM, 2000).

Segundo o que é veiculado nos meios de comunicação, o desempenho dos alunos nesses exames é, em sua maioria, insatisfatório. Se considerarmos que a forma do ENEM é razoavelmente adequada e permite ao aluno manifestar seus conhecimentos nos três campos (conceitual, procedimental e atitudinal), então, isso parece indicar a necessidade de uma revisão da forma e dos conteúdos a serem ensinados na Educação Básica.

Os procedimentos, de alguma forma, sempre fizeram parte das atividades escolares. Contudo, foram ensinados e aprendidos da mesma

³ No Documento Básico do ENEM de 2000, ao apresentarem a Matriz de Competências, define-se o que são as competências e habilidades "... **competências** são as modalidades estruturais da inteligência, ou melhor, ações e operações que utilizamos para estabelecer relações com e entre os objetos, situações, fenômenos e pessoas que desejamos conhecer. As **habilidades** decorrem das competências adquiridas e referem-se ao plano imediato do saber fazer (Documento Básico do ENEM, 2000, pg. 5).

forma como são aprendidos outros conteúdos não previstos nos planejamentos. Porém, ao atentarmos para o que está dito nos PCN, a saber, que *“conteúdos procedimentais são abordados muitas vezes de maneira equivocada, não sendo tratados como objetos de ensino, que necessitam da interação direta do professor para serem de fato aprendidos”* (1998, p. 76), vemos reforçado, mais uma vez, nosso argumento acerca da necessidade da incorporação de conteúdos procedimentais nos currículos escolares.

Conforme Pro Bueno (1998), no caso do ensino de conteúdos procedimentais em aulas de ciências, não podemos considerar apenas a presença ou ausência destes nas programações curriculares do processo de ensino-aprendizagem; é preciso analisar também os níveis de complexidade associados a estes conteúdos. Este autor afirma ainda que é possível que se ensine procedimentos em aulas de ciências, entretanto, destaca que isso não se configura numa tarefa tão fácil quanto, por ventura, possa parecer. Por isso estabelece três fatores a serem considerados sobre essa problemática: em que consiste o conteúdo procedimental, em que contexto vai ser utilizado e que pré-requisitos são requeridos para a sua aprendizagem.

Na tentativa de estabelecer uma sequenciação das aprendizagens de conteúdos procedimentais, podem ser considerados alguns dos critérios propostos por Coll & Valls (2000), sintetizados abaixo:

- primeiramente, começar o ensino por um conjunto de procedimentos que comumente são considerados os mais básicos, os quais em geral, se fazem presentes nas atividades cotidianas dos alunos. Com isso, gradualmente podem ser incorporados ao conjunto de procedimentos básicos alguns mais complexos e específicos.
- atentar para o grau de conhecimento e prática dos alunos a respeito dos conteúdos procedimentais que serão propostos a

eles. O desenvolvimento dos novos procedimentos deve tomar como ponto de partida os conhecimentos prévios dos alunos, tanto sobre o campo procedimental quanto sobre os conteúdos factuais e conceituais necessários para uma aprendizagem mais completa destes novos procedimentos.

- ter em mente a globalidade da tarefa educativa nas instituições escolares para incluir nos currículos certos procedimentos que não são tão evidenciados quanto outros, prevendo assim sua ordem seqüencial ao longo das etapas educacionais.

O aprendizado de procedimentos não acontece de forma espontânea. Ele é possibilitado a partir de atividades didáticas cujos planejamentos contemplam indicativas claras sobre quais serão os conteúdos procedimentais a serem ensinados por meio delas. Exceto por algumas especificidades, a aprendizagem de procedimentos está estritamente vinculada com os demais tipos de conteúdos (conceituais e atitudinais), isto é, não ocorre de maneira isolada.

A aprendizagem de procedimentos acontece gradativamente, quer dizer, o aluno não aprende um procedimento por completo num primeiro momento, mas, poderá ampliar sua aprendizagem ao longo do tempo (Pozo & Crespo, 1998). Com um planejamento cuidadoso e criterioso do ensino de conteúdos procedimentais, ao longo da escolaridade, os alunos podem aprender a praticar ações cada vez mais complexas, com maior autonomia e maior grau de sociabilidade.

1.3.3. Conteúdos Atitudinais

Partimos do pressuposto de que os conteúdos atitudinais, assim como os conceituais e procedimentais, deverão ser incorporados nos currículos escolares como conteúdos educacionais concretos. Para tal,

não há a necessidade da formulação de novas disciplinas. Deve-se assumir o desafio de inserir estes conteúdos de forma progressiva em todas as matérias de ensino previstas numa programação curricular.

Para esclarecer o que são os conteúdos atitudinais, mencionamos algumas definições de autores diferentes, apresentadas por Sarabia (2000, p. 122):

Uma organização duradoura de processos motivacionais, emocionais, perceptivos e cognitivos em relação a algum aspecto do mundo do indivíduo (Krech & Crutchfield).

Uma tendência ou predisposição do indivíduo para avaliar um objeto ou símbolo desse objeto (Katz & Stotland).

Uma predisposição relativamente estável da conduta em relação a um objeto ou setor da realidade (Castillejo).

A partir dessas definições, Sarabia formula a sua própria, afirmando que atitudes são *“tendências ou disposições adquiridas e relativamente duradouras a avaliar de um modo determinado um objeto, pessoa, acontecimento ou situação e a atuar de acordo com essa avaliação”* (2000, p. 122).

A instituição escolar, enquanto agente socializadora, é uma grande geradora e formadora de atitudes. Isso se deve, parcialmente, ao fato de que a educação escolar se dê numa contínua dinâmica de interação entre os próprios alunos e entre alunos e professores. Contudo, grande parte dessas atitudes não é ensinada sistemática ou conscientemente. Quadros como esse levaram alguns profissionais da educação a se dedicarem à busca de processos que possibilitem o desenvolvimento de atitudes, assim como, ao estudo das possibilidades de ensiná-las (Sarabia, 2000).

As atitudes são, possivelmente, os conteúdos mais difíceis de serem abordados pelos professores. Em geral, eles estão mais habituados e preparados para ensinar aos seus alunos, por exemplo, as

Leis de Newton, o ajuste de equações químicas, as partes da célula, do que para ensiná-los o trabalho em grupos, as regras de comportamento em sala de aula, a cooperação e ajuda entre colegas ou as formas de descobrir o interesse pela ciência de modo a conhecer o mundo que os rodeia (Pozo & Crespo, 1998). Essa dificuldade ou complexidade atribuída a tal conjunto de conteúdos justifica-se, primordialmente, por envolver tanto a cognição (conhecimentos e crenças) quanto os afetos (sentimentos e preferências) e as condutas (ações manifestadas e declarações de intenções).

Os conteúdos atitudinais podem ser divididos em três categorias: os juízos, as normas e os valores. Os juízos referem-se a regras ou padrões de conduta. As normas dizem respeito às idéias e crenças. Os valores orientam as ações e possibilitam o ajuizamento crítico sobre o que se toma como objeto de análise.

Concomitante à convicção quanto à importância do ensino de juízos, normas e valores na escola, está a questão de como isto poderá ser feito. Uma sugestão pode ser a de que os conteúdos atitudinais devem ser seqüenciados assim como o são os conteúdos conceituais. Porém, como argumentam Pozo & Crespo (1998), os conteúdos atitudinais possuem um caráter educativo particularmente difuso e “vaporoso”. Segundo eles, as atitudes podem ser comparadas aos gases, que são dificilmente fragmentáveis, impossibilitando sua sequenciação. As atitudes requerem, portanto, um trabalho mais contínuo, rendendo resultados a longo prazo. Assim, é importante que haja, na programação curricular, indicações claras sobre quais juízos, normas e valores deverão ser enfocados nas variadas atividades didáticas e também como isso será feito.

Algumas atitudes consideradas como sendo gerais e passíveis de serem ensinadas aos alunos, por meio de todas as disciplinas da escolarização básica, são as seguintes:

- atitude diante dos conteúdos das disciplinas;
- atitude diante da utilização dos avanços científicos e tecnológicos;
- atitude diante dos princípios básicos de funcionamento democrático em sala de aula;
- atitude intergrupais: preconceitos e discriminação;
- atitude diante do cuidado e utilização dos materiais de trabalho e do mobiliário.

Há também atitudes relacionadas de modo mais específico às diferentes disciplinas das áreas do conhecimento. A aprendizagem destas atitudes acontecerá simultaneamente aos conceitos e procedimentos daquelas áreas, por meio de atividades sistematizadas e planejadas. É o caso, por exemplo, da valorização da literatura regional brasileira na disciplina de Língua Portuguesa. Ou ainda, da superação da visão comumente presente nas aulas de física, pela qual as situações-problema trabalhadas precisam, necessariamente, ser resolvidas da mesma forma e ter uma resposta única.

Porém, de modo geral, nas disciplinas relacionadas às Ciências Naturais, não é tão manifesta a presença de atitudes específicas. Mesmo assim, é possível mencionarmos mais alguns exemplos:

- atitude diante do conhecimento científico;
- atitude diante da relação entre a ciência, tecnologia e sociedade;
- atitude diante do papel de uma alimentação adequada, da higiene, da prevenção e do cuidado pessoal;
- atitude diante da sexualidade;
- atitude diante do consumo de drogas;
- atitude diante da defesa e conservação do meio ambiente.

Tendo em vista o pluralismo de idéias e opiniões que a natureza humana nos impõe e que as atitudes são construídas a partir de

posicionamentos em relação a algum objeto, situação ou pessoa, é muito provável que ocorra a formação de diferentes atitudes num mesmo conjunto de alunos. Estas diferenças devem ser respeitadas, sabendo-se que não é possível que se obtenha sempre um consenso entre os indivíduos quando se trata de atitudes.

Apesar das dificuldades a serem enfrentadas, o ensino de conteúdos atitudinais pode tornar o processo de aprendizagem mais produtivo e enriquecedor para o aluno, auxiliando-o a estabelecer relações mais claras entre os conteúdos trabalhados e a manter relações harmônicas com os colegas em aula, na busca de uma aprendizagem mais significativa.

1.4. Aprendizagem Significativa na Relação entre Conteúdos Conceituais, Procedimentais e Atitudinais

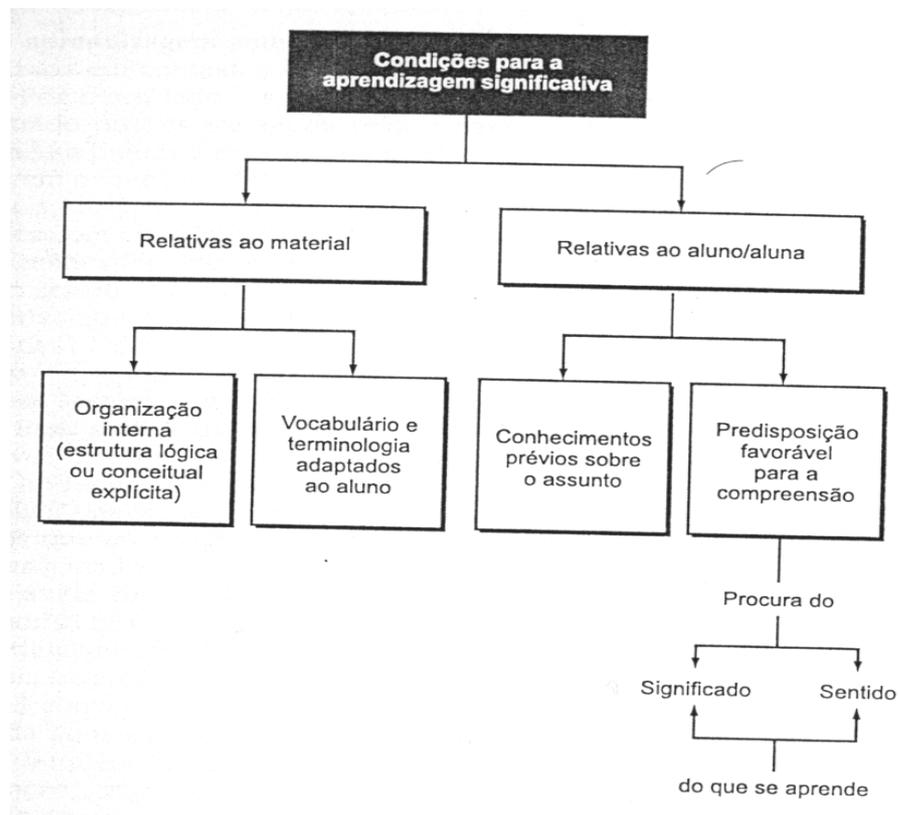
Embora os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais comportem uma série de diferenças de natureza, a relação que se estabelece entre eles é fundamental, uma vez que, nenhum dos três pode ser trabalhado em sala de aula de maneira isolada, quando se pretende uma aprendizagem significativa por parte dos alunos.

O termo aprendizagem significativa é um dos conceitos mais importantes da teoria de David Ausubel. Para ele, a aprendizagem significativa “... é um processo pelo qual uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo” (Moreira & Masini, 1982, p. 07). Neste sentido, a aprendizagem ocorre na interação entre o que o aluno se propõe a aprender e aquilo que ele já sabe.

De acordo com Pozo (2000), a aprendizagem significativa de conceitos dependerá de algumas condições relacionadas ao material de

ensino, bem como, aos próprios alunos, conforme explicitado na figura abaixo:

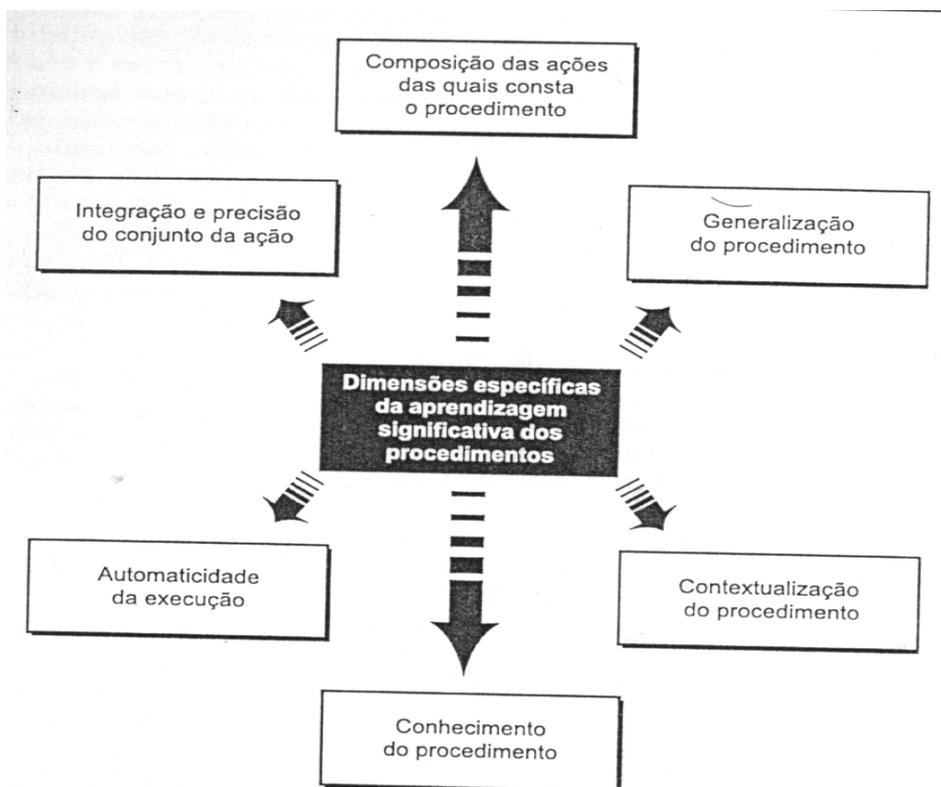
Fig. 01: Esquema ilustrativo de condições para a aprendizagem significativa de conceitos.



Fonte: Pozo (2000), p. 44

Também Coll & Valls (2000) apresentam algumas dimensões da aprendizagem significativa aplicada aos conteúdos procedimentais. Estas dimensões estão resumidas no esquema seguinte:

Fig. 02: Esquema ilustrativo de condições para a aprendizagem significativa de procedimentos.



Fonte: Coll & Valls (2000), p. 98

Não obstante a sinalização de algumas condições específicas, a aprendizagem significativa de cada tipo de conteúdo requer, necessariamente, uma relação com a aprendizagem dos demais. Como afirma Pozo (2000) “compreender **conceitos** requer aproximar-se das tarefas de aprendizagem com uma determinada **atitude**, que, por sua vez, traduz-se em envolver-se em certo tipo de atividades ou **procedimentos**...”⁴ (p. 43). Quanto mais relacionados estes conteúdos estiverem nas diferentes atividades didáticas, no tratamento de um assunto em sala de aula, maiores serão as possibilidades de uma aprendizagem significativa por parte dos alunos, na medida em que estes

⁴ O destaque dado às palavras “conceitos”, “atitude” e “procedimentos” é nosso.

terão maiores chances de atribuir significados para o que estão aprendendo.

Tendo em vista a importância dessa tríade de conteúdos para a aprendizagem significativa dos alunos, torna-se imprescindível que a equipe escolar, ao elaborar os currículos, atente para os diferentes tipos de conteúdos, garantindo-lhes, dessa forma, um tratamento mais apropriado. Porém, contrariamente ao que se possa pensar a respeito das modificações decorrentes,

... tais mudanças não representam uma redução da importância dos conteúdos tradicionais e, sim, mais uma reconsideração do seu papel na educação. Não consiste em eliminar os conceitos e fatos do currículo, embora em algum caso suponha **uma redução do tempo dedicado aos mesmos**⁵, mas estabelecer uma relação complementar, de dependência mútua, entre os diversos tipos de conteúdo (Pozo, 2000, p. 19).

A consideração dos procedimentos e atitudes como conteúdos do mesmo nível dos conceitos e a garantia de um tratamento consciente e explícito dos mesmos se configura num desafio a ser enfrentado. A necessidade e importância de cada um dos conteúdos conceituais, normalmente listados nas grades curriculares, precisam ser revistas e, com isso, decidido qual será o tempo dedicado a cada um desses conteúdos, para que as atitudes e os procedimentos ganhem lugar, fazendo-se presentes no dia-a-dia em sala de aula.

Assim, a diferença de natureza dos conteúdos escolares deve ser contemplada de maneira integrada no processo de ensino e aprendizagem através de todas as atividades didáticas realizadas. Trabalhando nesta perspectiva, pode-se reduzir em muito a sensação negativa a respeito do trabalho docente, propiciando aos alunos

⁵ Grifo nosso.

atividades mais interessantes e motivadoras que, conseqüentemente, trarão como resultado uma aprendizagem mais efetiva e significativa.

No contexto específico para o qual está direcionada esta pesquisa, a saber, o ensino de Ciências, particularmente, o ensino de Física, busca-se englobar a tríade de conteúdos nas Atividades Didáticas de Resolução de Problemas.

Capítulo 2. A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO ENSINO DE FÍSICA

Neste capítulo, apresentamos alguns aportes da pesquisa em Resolução de Problemas, bem como, alguns modelos de resolução já presentes na literatura da área de Educação em Ciências, para podermos avançar no embasamento teórico e metodológico necessário para o desenvolvimento desta pesquisa.

2.1. Aportes da Pesquisa em Resolução de Problemas no Ensino de Ciências

As discussões acerca do tema Resolução de Problemas envolvem uma série de divergências proporcionadas por diferentes compreensões teóricas sobre a temática que, conseqüentemente, dão origem à utilização de diferentes estratégias de resolução. Segundo Gil Pérez & Martinez Torregrosa (1987), alguns pesquisadores vêem a Resolução de Problemas quase como um sinônimo de reflexão; outros a concebem como uma forma particularmente complexa de ensino, devendo ser precedida por formas mais simplificadas. Porém, para estes autores, a Resolução de Problemas somente será bem sucedida caso houver a presença de aspectos de natureza investigativa em seus planejamentos.

No Ensino de Física, e em geral, no Ensino de Ciências e de Matemática, uma parte significativa da carga horária das aulas costuma ser dedicada para sessões de Resolução de Problemas. Isto é facilmente constatável nos sistemas educacionais de diversos países, sendo inclusive uma característica básica da realidade educacional brasileira. Embora seja reservado todo esse tempo das aulas para seções de Resolução de Problemas é constatado também um baixo desempenho

dos alunos, quando estas atividades são realizadas de forma tradicional. Dessa forma, vários pesquisadores sinalizam o fracasso generalizado dessas atividades (Gil Pérez, Martínez Torregrosa & Senent, 1988; Pozo & Crespo, 1998; Peduzzi, 1997; Escudero, 1995; entre outros).

Há várias possibilidades para explicar este fracasso; Gil Pérez et al (1988) realizaram um levantamento delas junto a professores espanhóis e representaram suas justificativas. A grande maioria atrela este fracasso à falta de conhecimentos teóricos, por parte dos alunos, sobre os temas, conceitos e leis que os problemas abordam e ao escasso domínio que eles têm sobre o aparato matemático necessário para resolvê-los.

Outra justificativa possível para o fracasso na Resolução de Problemas, em aulas de Física, Matemática e Ciências em geral, refere-se às falhas praticadas pelos professores em seus planejamentos escolares. Isso também pode ser observado, se analisarmos os planos de aula dos professores de Física que atuam em escolas de nosso país, embora muitas vezes eles não o reconheçam.

Procurando reverter tal situação, alguns trabalhos iniciaram explicitando as possíveis diferenças entre *um bom* e *um mau* solucionador de problemas. Extraíram daí algumas recomendações de como *resolver bem* os problemas o que levou à elaboração de Modelos de Resolução. Alguns destes modelos procuravam seguir uma abordagem de caráter investigativo; outros, por vezes, se configuravam em algoritmos mais ou menos precisos. No caso da elaboração de algoritmos mais precisos, permaneceu-se diante de um paradigma de ensino-aprendizagem baseado na transmissão/recepção de conhecimentos já elaborados e cuja ineficácia tem sido observada e bastante discutida na área de Ensino de Ciências (Gil Pérez, Martínez Torregrosa & Senent, 1988).

Ao que parece, freqüentemente, os alunos não aprendem como resolver problemas; meramente memorizam soluções para situações que são apresentadas pelos professores como exercícios de aplicação.

Durante a prática tradicional de Resolução de Problemas esta situação fica bem evidenciada, pois, é bastante comum os alunos conseguirem resolver problemas similares aos anteriores, mas fracassarem ou desistirem frente a novas situações. Isto é conseqüência do tipo de Ensino de Ciências ainda predominante em nossas escolas, qual seja, um ensino fundado na crença de que o conhecimento pode ser “transmitido verbalmente” e assim ser “assimilado” pelos alunos.

Cabe ressaltar que, apesar de muitos professores afirmarem que *trabalham com problemas* em suas aulas, o que realmente fazem é a *resolução de “simples exercícios”*. Esses exercícios, normalmente trabalhados em sala de aula, ficam muito aquém dos problemas reais enfrentados na vida diária, dificultando o apontamento das contribuições que a solução solicitada possa trazer para os alunos em suas tarefas cotidianas.

Neste sentido, sinalizaremos possíveis distinções entre o que se pode considerar um *problema* propriamente dito e o que se apresenta como um *simples exercício*. Estas diferenças são apontadas por vários autores que pesquisam sobre a temática de Resolução de Problemas no Ensino de Ciências (Gil Pérez & Torregrosa, 1987; Cudmani, 1998; Garret, 1995; Peduzzi, 1997; Costa, 1996; Pozo, Postigo & Crespo, 1998; entre outros).

De forma bastante genérica, pode-se afirmar que uma dada situação caracteriza-se como um problema para um indivíduo quando, ao procurar resolvê-la, ele não chega a uma solução de forma imediata ou automática. Neste caso, necessariamente, o solucionador envolve-se num processo de reflexão e de tomada de decisões culminando, usualmente, no estabelecimento de uma determinada seqüência de passos ou etapas a serem seguidas. Numa atividade envolvendo apenas exercícios, por sua vez, o que se observa é o uso de rotinas/passos automatizados, quer

dizer, as situações com as quais o indivíduo se depara já são por ele conhecidas, podendo ser resolvidas por meios ou caminhos habituais.

A distinção entre problema e exercício, porém, é bastante sutil, não devendo ser especificada em termos absolutos (Peduzzi, 1997). Para uma determinada pessoa uma situação proposta pode se constituir em um problema, enquanto que para outra ou até para esta própria pessoa em um momento posterior, a mesma situação pode ser vista como um mero exercício. Por isso, esta distinção, em última instância, dependerá de cada indivíduo (de seus conhecimentos e de sua experiência), da tarefa proposta e de sua atitude diante dela.

No que se refere às atitudes, o aluno deverá ser seduzido e/ou convencido de que valerá a pena se deter, envolvendo-se na atividade e percebendo que ali há realmente um problema a ser resolvido, ou seja, *“que há uma distância entre o que sabemos e o que queremos saber, e que essa distância merece o esforço de ser percorrida”* (Pozo, 1998, p. 159). Assim, reiteramos que o reconhecimento ou não de uma tarefa como problema não depende unicamente do aluno; são decisivas também as formas e o tipo de atividades apresentadas a ele. Deve-se, então, primar por tarefas escolares mais significativas para os alunos e estabelecer isso como um dos objetivos do ensino de Ciências.

Como afirma Pozo,

para que se configurem verdadeiros problemas que obriguem o aluno a tomar decisões, planejar e recorrer à sua bagagem de conceitos e procedimentos adquiridos, é preciso que as tarefas sejam abertas, diferentes umas das outras, ou seja, imprevisíveis. Um problema é sempre uma situação de alguma forma surpreendente (1998, p. 160).

Neste sentido, apontamos, no quadro abaixo, algumas orientações/pistas que podem auxiliar os professores na elaboração de atividades didáticas

baseadas em problemas e não em simples exercícios, e, também, no encaminhamento delas em sala de aula.

Fig. 03: Quadro de orientações/pistas para a elaboração e encaminhamento de ADRP.

Na forma de propor o problema

- Propor tarefas abertas que admitam vários caminhos possíveis de resolução e, inclusive, várias soluções possíveis, evitando as tarefas fechadas.
- Diversificar os contextos nos quais se propõe a aplicação de uma estratégia, fazendo com que o aluno trabalhe os mesmos tipos de problemas em diferentes momentos da programação curricular, diante de conteúdos conceituais diferentes.
- Propor as tarefas não só num formato acadêmico, mas também dentro de cenários cotidianos e significativos para o aluno, procurando fazer com que este estabeleça conexões entre ambos os tipos de situações.
- Adequar a definição do problema, as perguntas e a informação proporcionada aos objetivos da tarefa usando, em diferentes momentos, formatos mais ou menos abertos, em função desses mesmos objetivos.
- Usar os problemas com fins diversos durante o desenvolvimento ou seqüência didática de um tema, evitando que estas tarefas apareçam somente como ilustração, demonstração ou exemplificação de alguns conteúdos previamente apresentados ao aluno.

Durante a solução do problema

- Habituar o aluno a adotar suas próprias decisões sobre o processo de resolução, assim como a refletir sobre o mesmo, dando-lhe uma autonomia crescente quanto à tomada de decisões.
- Fomentar a cooperação entre os alunos na realização das tarefas, mas também, incentivar a discussão e os pontos de vista diversos, que obriguem a explorar o espaço do problema para comparar as soluções ou caminhos de resolução alternativos.
- Proporcionar aos alunos as informações que precisarem durante o processo de resolução, realizando um trabalho de apoio, dirigido mais a fazer perguntas ou fomentar nos alunos o hábito deles se questionarem do que responder imediatamente as perguntas dos alunos.

Na avaliação do problema

- Avaliar mais os processos de resolução seguidos pelo aluno do que a correção da resposta final obtida.
- Valorizar, especialmente, o grau em que esse processo de resolução envolve um planejamento prévio, uma reflexão durante a realização da tarefa e uma auto-avaliação do processo seguido.
- Valorizar a reflexão e a profundidade das soluções alcançadas pelos alunos e não a rapidez com que são obtidas.

Fonte: Pozo 1998, p. 161.

A partir destas indicações, defendemos que nos planejamentos escolares haja um espaço cada vez maior para atividades de Resolução de Problemas que se baseiam no tratamento de situações-problema abertas e mais próximas da realidade, ao invés delas se restringirem unicamente aos exercícios que exigem apenas a aplicação de algoritmos de resolução já memorizados pelos alunos (atividades repetitivas). Partimos do pressuposto de que essas atividades didáticas devem ajudar no aprimoramento do desempenho necessário frente às exigências impostas pela sociedade atual, auxiliando no desenvolvimento da capacidade e da autonomia dos alunos para enfrentarem situações-problema do dia-a-dia (DCNEM, 1998).

Assim, ao nos referirmos às ADRP, estaremos falando em atividades cuja elaboração e encaminhamento leva em conta as orientações apresentadas acima. Isto significa que este tipo de atividade estará sempre baseado em uma situação-problema. Em outras palavras, *“... uma situação didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa. E essa aprendizagem, que constitui o verdadeiro objetivo da [resolução da] situação-problema, se dá ao vencer o obstáculo na realização da tarefa”* (Meirieu, 1998, p. 192).

Neste sentido, as situações-problema podem ser elaboradas tanto na perspectiva de abarcar aspectos internos da estrutura conceitual da área disciplinar, quanto para abordar fenômenos cotidianos e/ou situações históricas. E, além de propiciar uma forma de contextualização dos conteúdos escolares, superando seu caráter tradicional - “abstracionista”, desenvolvem a capacidade de compreender situações novas. Esta compreensão de situações novas exige uma ponte entre a teoria e a prática. Portanto, para realizar esta ponte são aproveitadas situações da vivência pessoal que contribuem para o processo de construção dos conhecimentos escolares e estes, por sua vez, auxiliarão

os alunos a solucionar e/ou compreender fenômenos cotidianos e experiências pessoais.

A atividade de solucionar problemas envolve um alto grau de criatividade, pois cada solucionador utiliza suas experiências, conhecimentos e interpretações para resolver uma mesma situação-problema. Isto exige a elaboração de hipóteses, estratégias ou planos a serem seguidos de forma relativamente consciente, culminando, por vezes, em resultados, muitas vezes numéricos, que necessitam de análises mais cuidadosas.

A dinâmica de Resolução de Problemas pode desenvolver-se tanto através de uma atividade de lápis e papel, quanto de uma atividade com uso de experimento, ou ainda, de uma atividade com uso de texto. É sempre importante que envolva situações vivenciais e que estas sejam apresentadas o mais abertas possíveis, de modo que estimulem os alunos a levantarem as “variáveis” envolvidas, os parâmetros relevantes e as possibilidades de resolução. Assim, será exigido tanto a mobilização de conhecimentos já construídos, como, ao mesmo tempo, a aprendizagem de outros novos; ambos necessários para o encaminhamento do processo de construção da resolução esperada.

Por fim, lembramos que as Atividades Didáticas de Resolução de Problemas no Ensino de Ciências devem ser incorporadas nos planejamentos escolares de forma criteriosa e de modo articulado com as demais atividades didáticas, para que possam contribuir efetivamente para uma aprendizagem mais significativa dos alunos.

2.2. Modelos de Resolução de Problemas para o Ensino de Ciências

Há uma série de livros e artigos publicados em revistas científicas da área de Educação em Ciências e Matemática que abordam a temática de Resolução de Problemas, apresentando modelos ou estratégias de resolução⁶. O estudo destes artigos permitiu a escolha de um modelo de resolução que servisse de base para esta pesquisa. Apresentamos e comentamos alguns dos modelos presentes⁷ nesta revisão para, em seguida, nos determos no modelo escolhido.

➤ Modelo de J. Polya

O matemático Polya estabeleceu uma seqüência de passos, constituindo uma heurística, que considerava necessária para resolução de um problema. Segue uma descrição rápida destas etapas:

- *Compreensão do problema*: o solucionador reúne informações sobre o problema, questionando-se sobre: Quais as incógnitas? Quais os dados informados? Qual a condição de resolução?
- *Elaboração do plano*: o solucionador procura valer-se da sua experiência com outros problemas para encaminhar a solução.
- *Execução do plano*: o solucionador experimenta o plano de solução, conferindo cada passo.
- *Visão retrospectiva*: o solucionador examina a solução obtida.

Embora Polya, para estabelecer seu modelo, tenha se baseado na forma como especialistas em Matemática resolviam problemas, este tem

⁶ Pozo, 1998; Costa, 1996; Peduzzi & Moreira, 1981a; Peduzzi, 1997; Gil Pérez & Martínez Torregrosa, 1983 e 1987; Gil Pérez, Martínez Torregrosa & Senet, 1988; Gil Pérez et al, 1992; Pantoja, 2002; Santa, 1994, entre outros.

⁷ Costa, numa série de quatro artigos, faz uma revisão de literatura na área de Resolução de Problemas. No quarto artigo dessa série (1996), a autora dedicou-se a uma revisão das pesquisas feitas sobre modelos/estratégias de resolução de problemas. Pode-se encontrar, então, neste trabalho de Costa, uma descrição mais detalhada.

servido de referência para o planejamento de várias atividades de resolução de problemas escolares em diversos âmbitos de conhecimento. Ou seja, foi considerado como um modelo geral para solução de problemas, independentes de seus conteúdos (Pozo, 1998). No entanto, seu resultado maior se pautou em diminuir a impopularidade da matemática entre os alunos (Costa, 1996).

➤ **Modelo “IDEAL” de Bransford e Stein**

Ao descrever o modelo de resolução de problemas IDEAL, Bransford e Stein afirmam que se está diante de um problema toda vez que a situação atual não é a desejada. Neste sentido, colocam o processo de resolver problemas como sendo uma ação de buscar respostas e explicações para as situações problemáticas, realizando-se sempre *algum tipo de avanço*.

Cada letra da sigla IDEAL representa um passo desta estratégia de resolução de problemas, conforme descrito abaixo:

- Identificar o Problema;
- Definir e representar o problema;
- Explorar distintas estratégias de resolução;
- Atuar de acordo com o plano;
- Logros, observação e avaliação.

Este modelo é proposto para ser utilizado na resolução de diferentes tipos de problemas em várias áreas disciplinares.

➤ **Modelo de Peduzzi**

Com o intuito de que os alunos questionem mais sobre os problemas que resolvem e, conseqüentemente, pensem mais sobre o que estão fazendo, Peduzzi apresenta uma estratégia para a resolução de problemas. Este autor realizou um estudo investigativo sobre a influência

de uma estratégia na solução de problemas de Física de nível universitário, envolvendo alunos do curso de engenharia da UFSC, matriculados na disciplina de Física I (Peduzzi & Moreira, 1981a). Nesta oportunidade, foi utilizado o modelo por ele proposto, o qual reúne doze passos, apresentados na seqüência:

1. *Ler o enunciado do problema com atenção*, buscando a sua compreensão;
2. *Representar a situação-problema por desenhos, gráficos ou diagramas* para melhor visualiza-la;
3. *Listar os dados*, expressando as grandezas envolvidas em notação simbólica;
4. *Listar a(s) grandeza(s) incógnita(s)*, expressando-a(s) em notação simbólica;
5. *Verificar se as unidades das grandezas envolvidas fazem parte de um mesmo sistema de unidades*; em caso negativo, estar atento para as transformações necessárias;
6. *Analisar qualitativamente a situação problema*, elaborando as hipóteses necessárias;
7. *Quantificar a situação-problema*, escrevendo uma equação de definição, lei ou princípio em que esteja envolvida a grandeza incógnita e que seja adequado ao problema;
8. *Situar e orientar o sistema de referência* de forma a facilitar a resolução do problema;
9. *Desenvolver o problema literalmente*, fazendo as substituições numéricas apenas ao seu final ou ao final de cada etapa;
10. *Analisar criticamente o resultado encontrado*;
11. *Registrar, por escrito, as partes ou “pontos chave” no processo de resolução do problema*;

12. *Considerar o problema como “ponto de partida” para o estudo de novas situações-problema.*

As etapas representam as ações a serem seguidas na resolução de um problema de Física, no entanto, não estão ordenadas hierarquicamente por ordem de importância (Peduzzi, 1997).

Com esse conjunto de ações, o autor busca contribuir para que os alunos façam uma resolução significativa dos problemas, em contraposição à resolução mecânica normalmente praticada. No entanto, ressalta que não se trata, assim como toda e qualquer outra estratégia/modelo, de uma “receita-padrão” para proceder a resolução dos problemas propostos.

➤ **Modelo CP²C² de Pantoja**

O CP²C² é um modelo de resolução de problemas que ocorre por meio do uso do computador, sendo adaptado à programação LOGO, facilitando sua utilização em diferentes níveis de ensino (infantil, primário e secundário, referindo-se ao sistema educacional espanhol).

Este modelo sugere cinco momentos distintos para compor a resolução, que é feita pelos alunos a partir da sua interação com o computador. Os referidos momentos, cujas iniciais dão origem à sigla CP²C², são os seguintes:

- Compreensão;
- Planejamento;
- Programação;
- Comprovação e Modificação;
- Conclusões.

Há diferentes opções e lacunas a serem preenchidas até passar por todo processo de resolução, procurando enfatizar o processo e não unicamente o resultado final.

Para a composição das etapas de resolução deste modelo, os autores se basearam na estratégia de Polya e no modelo IDEAL de Bransford e Stein. É direcionado, mais precisamente, para a resolução de problemas de matemática e tem como objetivo maior, disponibilizar aos alunos um sistema que permita executar resoluções criativas.

➤ **Modelo de Resolução de Problemas como Investigação de Gil Pérez e Martinez Torregrosa**

O modelo de Gil Pérez e Martinez Torregrosa foi constituído com base na investigação científica e numa perspectiva de ensino-aprendizagem de cunho construtivista, tendo inclusive a perspectiva de servir como instrumento de mudança conceitual (Gil Pérez, Martinez Torregrosa & Senet, 1988).

Para a utilização deste modelo caberia ao professor a elaboração de situações-problema abertas que levariam, necessariamente, os alunos a realizarem ações investigativas durante o processo de resolução. Os autores estabeleceram quatro etapas de resolução a serem seguidas pelos alunos. São elas:

- análise qualitativa da situação e emissão de hipóteses;
- elaboração de estratégias de resolução;
- resolução propriamente dita do problema;
- análise dos resultados.

Neste modelo de resolução enfatiza-se a importância tanto da análise das situações-problema como da análise dos resultados alcançados. Além disso, proporciona aos alunos a aprendizagem da hipotetização e da elaboração de estratégias de resolução.

➤ **Um Modelo Alternativo de Resolução de Problemas**

A partir de estudos de aprofundamento sobre o modelo de resolução de problemas como investigação de Gil Pérez & Martínez Torregrosa (1983), bem como, de trabalhos realizados objetivando a melhoria da qualidade do ensino de Ciências/Física, foi elaborado por Gil Pérez et al (1992) um modelo alternativo. Este novo modelo também se baseia numa perspectiva de ensino-aprendizagem construtivista, porém, altera a forma de desenvolvimento das etapas do processo de resolução de problemas. Neste modelo, os autores alertam para a necessidade de se evitar alguns procedimentos metodológicos normalmente praticados, como a tendência de seguir operativismos “cegos” ou uma linha de raciocínio em termos de certezas únicas e absolutas.

Os autores partem da idéia de que os chamados problemas devem se constituir em “verdadeiros problemas”, ou seja, devem permitir mais de um resultado e mais de uma forma de se chegar até ele(s). Portanto, propõem a elaboração de situações-problema abertas e que o processo de resolução deva seguir as seguintes etapas:

- consideração do interesse da situação problemática abordada;
- estudo qualitativo da situação-problema;
- emissão de hipóteses;
- elaboração e explicação de possíveis estratégias de resolução;
- realização da resolução verbalizando ao máximo;
- análise dos resultados;
- elaboração de novas situações a investigar, sugeridas pelo estudo realizado;
- elaboração de uma “memória” que explique o processo de resolução.

Neste modelo se faz presente o caráter investigativo, envolvendo diferentes ações, dentre elas a análise das situações-problema e dos resultados, a hipotetização, a elaboração de estratégias, síntese

explicativa e a sinalização de novos problemas para estudos posteriores. Além disso, este modelo incentiva a criatividade dos alunos e o debate crítico de idéias em sala de aula.

Diante dessa exposição rápida de alguns dos modelos/estratégias de resolução de problemas, presentes na literatura da área de educação em ciências e matemática, é possível perceber que há uma característica comum entre eles, que é a sua *estruturação em etapas*.

Embora estejam baseados em perspectivas diferentes e direcionados a áreas de conhecimento distintas, algumas de suas etapas são semelhantes. Por exemplo: (1) a análise e compreensão da situação-problema a ser resolvida; (2) elaboração de planos ou estratégias de resolução; (3) execução das estratégias de resolução; (4) a análise do(s) resultado(s). Isto demonstra um certo consenso entre os diversos autores quanto à importância destas etapas para o processo de resolução como um todo.

Orientações sobre como proceder na resolução de uma situação-problema, conforme as apresentadas nestes modelos e em outros, são sem dúvida fundamentais para efetuar uma boa resolução. Da mesma forma, como sinalizam trabalhos na linha da psicologia cognitiva, é necessário que o aluno tenha um conhecimento específico sobre a área de abrangência do problema. No entanto, como explicita Peduzzi “... afirmar que o aluno só deve começar a resolver problemas depois de dominar ‘inteiramente’ a teoria é partilhar do erro de muitos professores que vêem a resolução de problemas como meros ‘exercícios’ de aplicação dos conteúdos estudados. Como bem ressalta Kuhn, também se aprende a teoria resolvendo problemas” (1997, p. 234).

É nesta perspectiva que propomos o desenvolvimento de Atividades Didáticas de Resolução de Problemas (ADRP) nas aulas de

Física. Quando elas são propostas, nos momentos de “*aplicação do conhecimento*” (Delizoicov & Angotti, 1991), o pressuposto é de que os alunos tenham um conhecimento inicial sobre os aspectos conceituais envolvidos na situação problema, o qual, no entanto, deverá ser ampliado no decorrer da própria atividade, tendo em vista o caráter de desafio aqui presente. Portanto, consideramos que as ADRP são, acima de tudo, oportunidades didáticas de construção de conhecimentos tanto conceituais quanto procedimentais e atitudinais.

A partir de uma análise criteriosa dos vários modelos de resolução encontrados, escolhemos um deles para orientar a preparação de nossas atividades didáticas. Dentre todos, o modelo alternativo proposto por Gil Pérez et al (1992) nos pareceu o mais adequado, tendo em vista se tratar de um modelo de Resolução de Problemas que se baseia numa perspectiva investigativa, procurando favorecer uma dinâmica de sala de aula em que aspectos da investigação científica estejam presentes e tendo como meta proporcionar aos alunos uma formulação das situações-problema tanto mais abertas quanto possíveis.

2.3. Ensinando Física numa Perspectiva Investigativa por meio da Resolução de Problemas

Para encaminhar nossa proposta de ensino, baseada num caráter investigativo, por meio de Atividades Didáticas de Resolução de Problemas seguimos, inicialmente, as orientações apresentadas pelos autores do modelo de resolução adotado como base para o desenvolvimento destas atividades. Assim, conforme Gil et al (1992), não há a necessidade estrita de se formular "novos problemas" ou "problemas mais complexos" além daqueles já presentes nos planejamentos elaborados e/ou nos livros didáticos adotados pelos professores. Por isso, o que eles propõem, como encaminhamento inicial, é a transformação das

situações apresentadas nos exercícios usualmente trabalhados em sala de aula em “autênticos problemas”, a partir da transformação de seus enunciados.

2.3.1. Atividades Didáticas de Resolução de Problemas numa Perspectiva Investigativa: da Elaboração ao Desenvolvimento

A elaboração de ADRP numa perspectiva investigativa precisa, conforme mencionado anteriormente, estar baseada em situações-problema abertas. Um primeiro passo nesse sentido é a “transformação de enunciados”, ou seja, podemos transformar os “enunciados fechados” dos exercícios/problemas, usualmente encontrados nos livros didáticos, em situações-problema de “enunciados abertos”. A seguir, temos um exemplo disto⁸.

Tabela 03: Exemplo de transformação de enunciados

Enunciado tradicional	Enunciado transformado
Um trem de 90 m de comprimento que anda a uma velocidade de 70 km/h, atravessa um túnel em 40 s. Qual é o comprimento do túnel?	Quanto tempo levará um trem para atravessar um túnel?

Neste caso mantém-se o assunto base e os conhecimentos conceituais a serem trabalhados/utilizados; porém, vários outros conhecimentos são envolvidos no processo de resolução, tais como, a capacidade de hipotetizar e de avaliar resultados obtidos.

Avançando mais no processo de construção destas atividades, problemas novos podem ser elaborados a partir de enunciados que

⁸ Este é um exemplo retirado de Gil Pérez & Martínez Torregrosa (1987). Nesta obra os autores apresentam um conjunto de 80 (oitenta) exercícios tradicionais com seus enunciados transformados.

permitam resoluções de caráter investigativo. Como exemplo, temos o presente problema:

Um turista estava olhando para o mar, da beira da praia, e percebeu que um jet ski conseguia passar de uma extremidade da praia para a outra, exatamente no intervalo entre as ondas. Qual a velocidade de propagação das ondas?

De todo modo, a meta principal sempre é oferecer aos alunos uma formulação, o mais aberta possível, da situação que se quer estudar. Ao se realizar uma ADRP nesta perspectiva, pretende-se que os alunos relacionem idéias de forma significativa, aproximando-os do processo de construção de conhecimentos da própria ciência, ou seja, espera-se que ao mesmo tempo em que aprendam os conteúdos conceituais relacionados à situação-problema em questão, possam perceber, ainda que simplificada, como é produzido o conhecimento nesta área.

No entanto, é importante observar que não estamos aqui considerando os alunos como “mini-cientistas”. Apenas buscamos desenvolver estas Atividades Didáticas de modo a favorecer um maior envolvimento e uma maior participação dos alunos no seu próprio processo de construção de conhecimentos e, conseqüentemente, auxiliando-os no desenvolvimento de um maior grau de autonomia neste tipo de tarefa. A expectativa é que toda a aprendizagem prevista seja propiciada tanto pela forma como são apresentadas as situações-problema como pela maneira que se praticam suas resoluções.

Uma vez elaboradas as situações-problema, conforme os exemplos acima, estas deverão ser resolvidas com base numa seqüência de etapas formulada a partir de pequenas modificações feitas no modelo alternativo de Resolução de Problemas de Gil Pérez et al (1992). Esta seqüência encontra-se discriminada abaixo:

1. *Análise qualitativa do problema*

Realizar uma análise qualitativa antes de qualquer planejamento quantitativo é fundamental para a compreensão da situação-problema que se apresenta, bem como, para evitar um "operativismo cego". Neste sentido, procura-se, nesta etapa, definir ou redefinir de maneira precisa a situação-problema a ser estudada.

2. *Emissão de hipóteses*

A partir de considerações de ordem qualitativa sobre a situação-problema em estudo, é possível passar para a formulação de hipóteses sobre ela. São as hipóteses que determinam o que deve ser considerado como "dados" necessários para sua solução, ao contrário do que acontece num estilo empirista de solução (favorecido pelo tipo habitual de enunciados) em que a tomada de dados é tida como ponto de partida.

3. *Elaboração de estratégia(s) de resolução*

A elaboração de estratégias de resolução supõe a explicitação de uma visão global do problema, ou seja, a sua elaboração não derivará unicamente dos princípios teóricos, mas também, da análise qualitativa e das hipóteses emitidas, bem como, da experiência e dos conhecimentos particulares. Espera-se que os alunos elaborem diferentes formas de resolução que possibilitem um contraste entre os processos de resolução a serem praticados e assim, explicitem a coerência do conjunto de conhecimentos que eles dispõem. Isso é possibilitado pelo tipo de enunciado proposto, uma vez que este não permite um simples manejo operativo de dados e incógnitas, graças a ausência explícita dos primeiros. Neste sentido, ao solicitar aos alunos a elaboração prévia de estratégias de resolução, aposta-se na necessidade de realizar o equivalente do que se faz num trabalho científico de caráter experimental, a elaboração do plano de execução do experimento, ou seja, se insiste na necessidade de ter uma visão

clara do que se tenta resolver e de como fazê-lo, sem cair em mimetismos sem reflexão ou em práticas de puro "ensaio e erro".

4. *Aplicação da(s) estratégia(s) de resolução*

Esta é a etapa em que se efetua a resolução propriamente dita da situação-problema. A solução é buscada de acordo com a estratégia estabelecida na etapa anterior, chegando-se assim a um "resultado", ou seja, a uma das respostas possíveis para a situação-problema em questão.

5. *Análise do(s) resultado(s)*

A etapa de análise do(s) resultado(s) tem por objetivo contrastar e verificar as hipóteses emitidas, permitindo averiguar até que ponto a avaliação qualitativa da situação (origem de todo o desenvolvimento) estava correta e/ou a estratégia seguida era adequada.

6. *Elaboração de síntese explicativa do processo de resolução praticado e sinalização de novas situações-problema*

Nesta última etapa do processo, espera-se que os alunos elaborem uma síntese da resolução do problema, ou seja, façam uma recapitulação dos aspectos mais importantes da resolução praticada. Também se espera que sinalizem novas situações-problema que possam surgir a partir do estudo investigativo realizado ou que sejam de seu interesse.

Na proposta original, a primeira etapa de resolução é a seguinte: *“Considerar qual pode ser o interesse da situação problemática abordada”*. Nesta etapa, previa-se a formulação da situação-problema de forma conjunta com os alunos, procurando contemplar os seus interesses em relação à mesma. Na seqüência acima descrita, esta etapa não está explicitamente presente, uma vez que consideramos que ela se configura mais como uma recomendação para o professor, quando da preparação da atividade, do que propriamente uma etapa de resolução a ser seguida pelos alunos.

O interesse e a curiosidade dos alunos sempre devem ser considerados no processo de elaboração das atividades didáticas a serem propostas. No entanto, o interesse dos alunos não pode ser o único foco de atenção para a elaboração das atividades didáticas, pois sempre haverá assuntos que possam, num primeiro momento, parecer pouco atraentes para os alunos, embora sejam importantes e essenciais para a sua formação. Tais atividades exigirão um maior esforço por parte dos alunos e nem por isso devem deixar de ser apresentadas a eles. Assim sendo, cedo ou tarde, determinados assuntos e determinadas aprendizagens devem ser propostos e enfrentados pelos alunos, aproximando-os da realidade da vida cotidiana, uma vez que esta não se constitui unicamente por situações e tarefas de interesse ou prazerosas (Dewey, 1980). Acreditamos, então, que é necessário trabalhar permanentemente na articulação entre interesse e esforço.

Por isso, para a definição dos assuntos/situações a serem tratados é necessário que haja um equilíbrio por intermédio do qual se leve em conta tanto as necessidades e os interesses mais imediatos dos alunos, estabelecidos por um processo claro e organizado, quanto a necessidade de se compreender um conjunto mínimo de tópicos básicos da própria Física. Para se estabelecer este conjunto de tópicos, é necessário avaliar, simultaneamente, a importância relativa deles no âmbito da estrutura conceitual da Física e a sua relação com a vivência no mundo contemporâneo. Em outras palavras, o que se busca é garantir uma compreensão geral da estrutura conceitual da Física, seu papel na formação da cultura e suas implicações na sociedade.

No caso das ADRP praticadas de acordo com a seqüência que descrevemos, o interesse dos alunos é contemplado tanto na primeira etapa (análise qualitativa da situação-problema), em que cada aluno pode redefinir o problema, como na sexta etapa, na qual eles podem sugerir novas situações-problema que tenham interesse em discutir e resolver.

Inicialmente, propúnhamos o desenvolvimento da primeira e da segunda etapa da seqüência acima descrita, como sendo um único passo de resolução. No entanto, de acordo com nossas investigações e análises sobre a implementação das primeiras ADRP em sala de aula, constatamos que os registros dos alunos, a respeito dessa etapa de resolução, restringiam-se, majoritariamente, às hipóteses lançadas, omitindo os registros relativos à análise qualitativa da situação-problema. Assim sendo, resolvemos separá-las em duas etapas de resolução, conforme apresentado no modelo alternativo de Gil Pérez et al (1992) e também como aparece descrito na seqüência acima. Com isso, os alunos passaram a realizar a análise qualitativa dos problemas com mais cuidado e a registrar suas análises e interpretações.

Outra modificação que fizemos em relação ao modelo original foi a junção das últimas duas etapas deste modelo em uma só (elaboração de síntese explicativa do processo de resolução praticado e sinalização de novas situações-problema). A justificativa para esta modificação também decorre de nossas investigações, uma vez que, nem sempre há sugestões explícitas de novos problemas a serem resolvidos (o que foi constatado em nossas primeiras implementações das ADRP em sala de aula). Assim, quando estas sugestões ocorrerem, poderão ser apresentadas imediatamente ao final da síntese da resolução.

2.3.2. Orientações para os Professores

Para o desenvolvimento, em sala de aula, de uma ADRP baseada na perspectiva investigativa, o professor precisa assumir algumas posturas em sua prática pedagógica. Inicialmente, deve abster-se de fornecer explicações detalhadas de uma só vez sobre os problemas apresentados. Estas devem ser reservadas apenas para a análise final de todo o processo de resolução. De modo geral, ele deverá atuar como uma

espécie de “diretor de investigação” durante o processo de resolução (Gil Pérez & Martinez Torregrosa, 1987). À primeira vista, pode parecer que o professor tenha diminuída a sua importância. Mas, ao contrário, nesta abordagem ele exerce uma função essencial, mediando e coordenando todo o processo de resolução.

Assim, o trabalho do professor inicia com a elaboração de problemas abertos ou com a transformação de enunciados dos exercícios/problemas tradicionais, normalmente fechados, em reais situações-problema, com enunciados abertos. Em seguida, já com os problemas elaborados de forma mais aberta, planeja suas Atividades Didáticas de Resolução de Problemas utilizando a seqüência de passos descrita acima.

Quanto à dinâmica de sala de aula, o professor deverá, preferencialmente, organizar a turma em pequenos grupos que passarão a resolver os problemas seguindo as etapas de resolução propostas. No caso de turmas com muitos alunos, sugere-se que o professor faça uma parada após cada etapa de resolução para uma discussão coletiva a fim de auxiliar os alunos em eventuais dúvidas, dando seqüência ao processo de resolução até concluí-lo. Caso a turma não seja tão numerosa, o professor poderá auxiliar cada um dos grupos em particular durante o processo de resolução e fazer uma discussão geral apenas ao final.

Nos auxílios a cada grupo e, da mesma forma, nas sucessivas paradas após cada etapa, o professor exercerá seu papel de “diretor de investigação” ao ajudar a avaliar e validar as diferentes propostas, adaptando-as e tomando decisões junto com os alunos.

Organizar as ADRP dessa forma não constitui uma tarefa fácil, pois, no processo de resolução estarão em jogo conteúdos de naturezas diferentes (conceituais, procedimentais e atitudinais) e, além disso, surgirão várias idéias e pensamentos divergentes fundados em conhecimentos com perfis epistemológicos diferentes, como o

conhecimento cotidiano, o conhecimento escolar e o conhecimento científico. Não obstante, certamente, tudo isso contribuirá para a realização de uma Atividade Didática muito mais rica e criativa, tanto para o aluno como para o professor.

2.3.3. Desenvolvimento das Atividades Didáticas de Resolução de Problemas em Pequenos Grupos

Conforme já mencionado acima, para o desenvolvimento das ADRP, propomos, preferencialmente, um trabalho em pequenos grupos. De certa forma, esta idéia permeia os textos e artigos que sustentam a perspectiva investigativa presente nestas atividades. Partindo disso, assumimos a forma de organização da turma em pequenos grupos como pressuposto para a constituição de um ambiente didático favorável à aprendizagem, promovendo interações entre os alunos e destes com o professor.

Dentre as relações possíveis no espaço escolar, as mais favoráveis para propiciar a aprendizagem dos alunos são justamente as interações ocorridas durante o trabalho coletivo e cooperativo. Neste sentido, a teoria histórico-cultural e a concepção interacionista de Vygotsky nos sinalizam que *“... o indivíduo se constitui enquanto tal não somente devido aos processos de maturação orgânica, mas, principalmente, através de suas interações sociais, a partir das trocas estabelecidas com seus semelhantes”* (Rego, 1995, p. 109).

A capacidade para o trabalho em grupo configura-se, inicialmente, num conhecimento a ser construído e aprimorado ao longo do tempo. Este aprendizado é, acima de tudo, de caráter atitudinal, pois envolverá opiniões diversas e divergentes, discussões, defesas de pontos de vista, buscas de consensos, etc... Tudo isso associado a um clima de respeito, de organização e de responsabilidade para atingir o objetivo buscado.

Os grupos não podem ser constituídos apenas por alguns alunos reunidos ou sentados lado a lado, mas de um conjunto de indivíduos dedicados a uma tarefa específica e movidos por objetivos e necessidades mútuas (Freire, 1997a; Barros, 2002). Assim, a partir das semelhanças e diferenças de cada um dos componentes do grupo deve-se procurar uma unidade que passa a representar a totalidade. No entanto, em todo o processo a identidade de cada aluno deve ser preservada.

Assim, para a construção do conhecimento são consideradas necessárias atividades que proporcionam a interação social, particularmente, aquelas que permitem “... o diálogo, a cooperação e troca de informações mútuas, o confronto de pontos de vista divergentes e que implicam na divisão de tarefas onde cada um tem uma responsabilidade que, somadas, resultarão no alcance de um objetivo comum” (Rego, 1995, p. 110). É neste contexto que propomos o trabalho em pequenos grupos nas ADRP.

2.4. Uma Breve Reflexão Sobre a Construção do Conhecimento Escolar

A discussão que permeia a questão da construção do conhecimento escolar é ampla, abrangendo diferentes interpretações e explicações. Nesta seção não nos estenderemos muito nesta temática; problematizaremos um pouco o aspecto da constituição do conhecimento escolar e a sua relação com o conhecimento cotidiano e científico.

Com vistas a isso, pode-se lançar algumas questões, tais como: Qual a natureza dos conhecimentos envolvidos nas atividades didáticas realizadas em sala de aula? Por exemplo, na resolução de situações-problema? Estaremos tratando apenas de conhecimentos escolares?

Precisamos de conhecimentos científicos? E os conhecimentos adquiridos e construídos no dia-a-dia, no cotidiano dos alunos, onde ficam? Há uma relação entre esses conhecimentos? Como ela ocorre? Além dessa série de questões poderíamos listar várias outras, justificáveis pela dimensão que esta discussão adquire.

O que é muito provável é que o processo de constituição do conhecimento escolar ocorra no embate com os demais saberes sociais. Segundo Lopes (1999), dentre esses diferentes saberes sociais temos o conhecimento cotidiano e o conhecimento científico, que se configuram em dois campos que manterão uma inter-relação direta com o conhecimento escolar nas ciências físicas, porém, com algumas contradições.

O conhecimento cotidiano, conforme Lopes (1999), *“é a soma de nossos conhecimentos sobre a realidade que utilizamos de um modo efetivo na vida cotidiana, sempre de modo heterogêneo. É o conhecimento-guia de nossas ações, nossas conversas e decisões...O conhecimento cotidiano pode, inclusive, acolher certas aquisições científicas, mas não o conhecimento científico como tal”* (p. 143). Portanto, como está presente no pensamento de Agnes Heller, levantado por Lopes, o saber cotidiano diz respeito sempre e somente ao nível da opinião e nunca ao da *episteme* (ciência e filosofia).

Neste sentido, o conhecimento cotidiano é pragmático e sua validade no dia-a-dia é conferida sob o aspecto da funcionalidade (Lopes, 1999). Isso é perceptível em certas situações como, por exemplo, ao afirmarmos que os cobertores, durante o inverno, nos aquecem, protegendo-nos do frio; ou ainda, ao solicitarmos que se feche a porta da geladeira porque senão o frio sai. Estes são dois casos típicos em que erros científicos são cometidos, embora no contexto cotidiano não sejam nem mesmo assim caracterizados, sendo validados pela sua funcionalidade.

A designação “conhecimento científico”, normalmente é atribuída ao que é produzido pela investigação científica, ou seja, pela atividade humana que chamamos de ciência. De acordo com um dicionário de filosofia (Morató & Riu, 1998), é possível identificar algumas das características deste verbete, a saber, trata-se de um conhecimento racional, metódico, objetivo, verificável e sistemático, que se configura em leis e teorias, sendo comunicável e aberto a críticas e à eliminação de erros.

No âmbito da discussão da inter-relação entre conhecimento cotidiano e científico pode-se identificar pelo menos três linhas de raciocínio. Uma que se constrói com base na idéia de continuidade entre conhecimento cotidiano e científico; outra que se fundamenta na descontinuidade e/ou ruptura existente entre conhecimento cotidiano e científico; e uma terceira linha de pensamento, no ensino de ciências, configura-se na perspectiva de mudança conceitual.

Os partidários da primeira idéia consideram viável a transição do conhecimento cotidiano para o científico, no contexto escolar, pois acreditam que um conhecimento deriva do outro, por adequações e correções contínuas. Os adeptos da segunda linha de raciocínio argumentam a favor da possibilidade da coexistência de ambas as formas de conhecimento no mesmo sujeito, sendo ativada esta ou aquela de acordo com o contexto (Lopes, 1999). Sob a terceira forma de pensamento, vários trabalhos foram realizados no sentido de realizar um mapeamento de concepções dos alunos, bem como, para propor modelos didáticos que buscam efetuar a mudança conceitual, ou seja, a substituição do conhecimento cotidiano pelo científico.

O conhecimento escolar, a priori, é visto como uma forma de construir/transmitir o conhecimento científico aos alunos. Além disso, é a base da transmissão/construção do conhecimento cotidiano de uma sociedade (Lopes, 1999). Dessa forma, a escola, enquanto instituição de

ensino tem como meta e como função social formar cidadãos que possam participar e atuar consciente e ativamente na sociedade em que vivem (García, 1998a). Porém, como sinaliza García, efetivou-se uma cultura em que o conhecimento que se trabalha nas aulas se identifica, basicamente, com o conteúdo do livro texto. Sendo assim, o ensino se reduz à transmissão destes conteúdos, sem considerar outros conhecimentos. Este ensino não leva em conta as idéias anteriores dos alunos ou as considera “errôneas”, entendendo que devem ser eliminadas e substituídas pelo conhecimento científico que, por sua vez, é considerado como “verdadeiro”.

Nesse tipo de ensino, pode-se correr o risco dos alunos serem convencidos de que não há uma diversidade de interpretações sobre o mundo, havendo somente uma verdade a aprender – a do professor e/ou do livro texto - e para aprendê-la basta que copiem e repitam o que lhes é indicado (García, 1998a). A escola, nessa configuração, perde sua razão de ser, de forma que, em vez de preparar os indivíduos para compreender, julgar e intervir em sua comunidade, de maneira responsável, justa, solidária e democrática, os prepara para a dependência, a subordinação e o comportamento rotineiro e obediente.

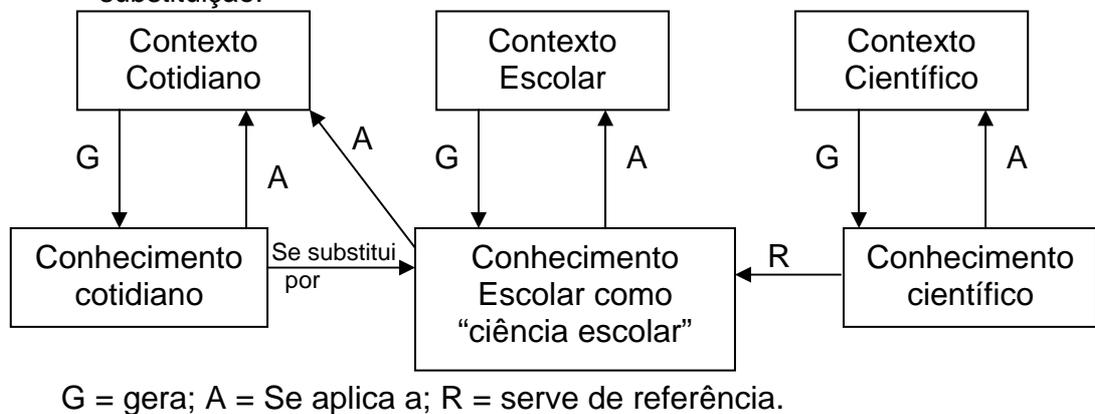
Segundo García, se a escola atualmente não está preparada para alcançar sua meta, a alternativa não é divorciar ainda mais a escola dos problemas de seu entorno, mas transformar o conhecimento escolar, mudar a metodologia de ensino e as interações sociais que se dão nas aulas. Neste sentido, descreveremos, sucintamente, algumas hipóteses de construção do conhecimento escolar, apresentadas por García (1998a):

- **Hipótese da compatibilidade** – conhecimento cotidiano e conhecimento científico são considerados epistemologias similares, sendo possível a passagem de uma a outra forma de conhecimento sem necessidade de uma mudança forte nas idéias dos sujeitos,

porque a mudança é factível inclusive sem instrução. Segundo esta hipótese seria viável a aplicação dos conhecimentos aprendidos na escola na vida cotidiana.

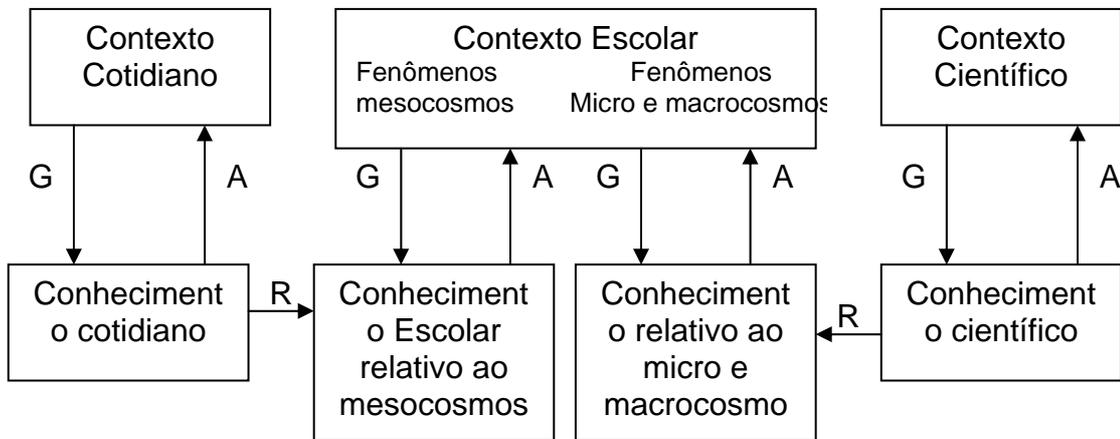
- ❑ **Hipótese da substituição** – as epistemologias do conhecimento científico e cotidiano seriam incompatíveis e muito diferentes. Deste enfoque se entende que a função da escola é substituir as idéias intuitivas dos alunos pelas idéias científicas. Também se considera possível a aplicação dos conhecimentos aprendidos na escola na vida cotidiana.

Fig. 04: Esquema ilustrativo da hipótese de construção de conhecimento - substituição.



- ❑ **Hipótese da Independência-coexistência** – as epistemologias do conhecimento científico e cotidiano não só são diferentes, senão que, além disso, se geram em contextos também diferentes. Só se constroem conhecimentos específicos, referidos a contextos concretos, o que dificulta a aplicação do aprendido na escola na vida cotidiana.

Fig. 05: Esquema ilustrativo da hipótese de construção de conhecimento – independência-coexistência.



G = gera; A = Se aplica a; R = serve de referência.

- **Hipótese da integração-enriquecimento do conhecimento cotidiano** – o conhecimento escolar se determina pela integração transformadora dos aportes de diversas formas de conhecimento. Propõe a complementaridade entre o conhecimento científico e o conhecimento cotidiano. A escola propicia uma mudança radical: a substituição de formas de pensamento cotidiano simples por outras complexas, o que afeta profundamente a forma de interpretar e de atuar no mundo dos sujeitos.

meio do que um fim, e o conhecimento metadisciplinar que orientará toda a intervenção educativa.

Na nossa visão e no âmbito que se insere a presente pesquisa, parece viável pensar que o conhecimento escolar deva constituir-se por meio de atividades didáticas baseadas numa perspectiva investigativa, como é o caso das ADRP. Neste sentido, há alguns trabalhos que sinalizam para uma possibilidade de organização de todas as atividades didáticas sob essa perspectiva, apontando para um modelo de ensino-aprendizagem centrado na Resolução de Problemas de caráter investigativo (Lopes & Costa, 1996; William et al, 2002; Gil Pérez et al, 1999). Neste caso, os problemas assumem uma dimensão mais ampla, deixando de ser apenas problemas de lápis e papel desenvolvidos sob um enfoque investigativo. Todo processo de ensino-aprendizagem passará a ser orientado por problemas que serão escolhidos e definidos de acordo com os objetivos e interesses demarcados conjuntamente.

Embora haja uma relação entre os diferentes saberes no âmbito escolar, o conhecimento cotidiano, como afirma Gómes-Granell (1998), é decorrente da experiência social, adquirido mediante a vivência e a participação nas atividades habituais e culturais de uma sociedade. Já a “aquisição” do conhecimento científico envolve a aprendizagem de processos e metodologias, uma forma de discurso que não é natural e que exige um esforço consciente e sistemático de explicitação e racionalização (Gómes-Granell, 1998).

Assim, segundo García (1998b) o conhecimento escolar

... se define como o conhecimento proposto e elaborado na escola que, participando das contribuições de outras formas de conhecimento (científico, cotidiano, filosófico, ideológico, etc.), aparece como um conhecimento diferenciado e peculiar, ajustado às características próprias do contexto escolar (Correa, Cubero e García, 1994), mas

que também pode ser generalizado para outros contextos (p. 97).

Como a sociedade se configura num mundo que está em interação contínua com as diversas formas de conhecimento, sujeitas a constantes evoluções, a educação deverá assumir, necessariamente, a tarefa de formar cidadãos aptos a entender e viver neste contexto. Dessa forma, o conhecimento científico ganha importância, principalmente,

... para nos defendermos da retórica científica que age ideologicamente em nosso cotidiano. Para vivermos melhor e atuarmos politicamente no sentido de desconstruir processos de opressão, precisamos do conhecimento científico. Inclusive, para sabermos conviver com a contradição de observarmos o triunfo da ciência e valer-nos do que esse triunfo tem de vantajoso para nossas vidas, bem como questionarmos seus métodos, seus processos ideológicos e de alienação, sem deixar de compreender os limites de suas possibilidades de atuação (Lopes, 1999, p. 108).

Com as ADRP, procuramos contribuir para a formação mais crítica e participativa dos alunos, tendo em vista que estas atividades envolvem diferentes conhecimentos e exigem dos alunos a busca, envolvimento e a dedicação para construir as soluções das situações-problema. Estas soluções não são necessariamente as mesmas, o que ajuda a desmistificar a idéia de que há um só conhecimento a ser construído e uma única forma de alcançá-lo. Neste trabalho em torno das situações-problema e da busca de suas soluções é percebida também a necessidade do envolvimento de conteúdos de natureza diferente, ou seja, estarão em jogo conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

2.5. Ensino e Avaliação de Procedimentos e Atitudes mediante a Resolução de Problemas

A Resolução de Problemas, como também a Experimentação, são citadas nas Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio (DCNEM) como recursos didáticos que propiciam a reconstrução do conhecimento e que mobilizam o raciocínio, ou seja, fazem parte das atividades de ensino diversificadas que viabilizam o desenvolvimento de competências cognitivas superiores.

Para garantir a riqueza de possibilidades que se abrem nas atividades de Resolução de Problemas, a sua elaboração/planejamento deve proporcionar tanto o desenvolvimento de conteúdos conceituais (dados/fatos, conceitos e princípios), que têm sido tradicionalmente predominantes, como também os conteúdos de natureza procedimental (que em geral abordam um saber fazer) e atitudinal (que incluem os juízos, normas e valores, que de alguma forma permeiam todo o conhecimento escolar).

Estes três tipos de conteúdos devem ser trabalhados de maneira conjunta para que haja um tratamento efetivo e apropriado de qualquer assunto em sala de aula, ou seja, é necessário sempre manter explícita a relação entre eles, podendo, eventualmente, enfatizar um ou outro.

Acreditamos que as Atividades Didáticas de Resolução de Problemas, caso forem preparadas adequadamente, permitem o desenvolvimento desta tríade de conteúdos na medida em que os problemas:

- englobam princípios, leis, conceitos, fenômenos e modelos (conteúdos conceituais);
- requerem uma análise da situação problema, definição e/ou redefinição das situações-problema; elaboração de hipóteses, planos e/ou estratégias de solução, execução do plano, análise do

resultado obtido, elaboração de síntese, comunicação e explicação do processo de resolução do problema, além de outros (conteúdos procedimentais);

- envolvem, durante o próprio processo de resolução, também o trabalho em grupo, o respeito e a valorização das opiniões e dos argumentos dos colegas, a motivação para resolver a situação-problema e o aprimoramento do gosto pela ciência (conteúdos atitudinais).

Vale lembrar que a diferença de natureza dos conteúdos escolares, bem como a avaliação dos mesmos deve ser contempladas de maneira integrada no processo de ensino e aprendizagem e não apenas em atividades específicas ou isoladas. Trabalhando assim, pode-se reduzir em muito a sensação negativa a respeito do trabalho docente, propiciando aos alunos atividades mais interessantes e motivadoras, que, conseqüentemente, deverão trazer-lhes como resultado uma aprendizagem mais efetiva e mais significativa. Estes conteúdos podem ser integrados nas aulas, como objetos de ensino, por meio de determinados tipos de atividades. Isso provavelmente não acontecerá mediante aulas expositivas, porém, acreditamos na possibilidade de se trabalhar conteúdos procedimentais e atitudinais por meio das Atividades Didáticas de Resolução de Problemas.

Partimos também do pressuposto de que a avaliação deve fazer parte do processo de construção dos conhecimentos, sendo contínua e processual, e não se configurar num obstáculo que impõem angústia e medo, ou numa simples forma de classificação e hierarquização dos alunos. Tendo isso em vista, apresentamos aqui algumas sinalizações e reflexões úteis para a avaliação dos conteúdos tratados nas ADRP.

A avaliação dos conceitos deve levar em conta os graus ou níveis de aprofundamento e compreensão, na medida em que sempre é possível alcançar um conhecimento mais elaborado, exceto no que tange

aos dados/fatos, sobre os quais ou se sabe ou não se sabe (Zabala, 1998). Por conseguinte, propor uma atividade em que os alunos possam demonstrar seu conhecimento bem como sua capacidade de utilização dos conceitos aprendidos é uma boa tarefa de avaliação dos mesmos.

As ADRP se constituem em situações-problema abertas e a sua solução não permite a simples memorização de definições, leis, princípios e equações, mais que isso, ela requer o seu entendimento e a sua utilização para a elaboração da resolução. Dessa forma, a avaliação da compreensão conceitual dos alunos deve ocorrer ao longo do desenvolvimento das próprias atividades.

A avaliação da aprendizagem dos procedimentos, de acordo com Coll & Valls (2000), pode ordenar-se em torno de dois eixos, a saber, o *conhecimento suficiente relativo ao procedimento e o uso, e à aplicação desse conhecimento em situações específicas*. Portanto, para avaliar se os alunos sabem a prescrição, o que é, e como usar um procedimento, poderão ser questionados a respeito de como é realizada uma tarefa que demanda a utilização dos mesmos, possibilitando a verificação do quanto o aluno sabe sobre como se faz, por exemplo, uma medida, uma análise, uma observação, uma síntese, entre outros (Coll & Valls, 2000).

No que diz respeito ao segundo eixo, não basta o aluno conhecer o que é e como se usa um determinado procedimento. Ele também deverá saber colocá-lo em prática. Neste caso, poderão ser propostas aos alunos situações nas quais eles precisem lançar mão de determinados procedimentos. Como os procedimentos dizem respeito ao domínio do saber fazer, esta é certamente a melhor forma de avaliá-los, uma vez que sua aprendizagem poderá ser mais facilmente observável em situações que requerem sua utilização prática (Coll & Valls, 2000).

A aprendizagem significativa dos procedimentos prevê algumas dimensões (conforme figura p. 34) que poderão servir de indicadores e/ou base para a avaliação dos graus de aprendizagem dos alunos (Coll &

Valls, 2000). É possível falar em graus de aprendizagem de procedimentos, pois não se adquire um procedimento de uma só vez, mas sim, de forma gradual. Nesse sentido, *“somente estando muito perto do aluno e observando as suas atuações é que se pode comprovar realmente o grau de aprendizagem alcançado, o sentido do progresso ou os obstáculos que se encontram e a eficiência do ensino”* (Coll & Valls, 2000, p. 117).

Em conformidade com isso, é importante que a avaliação seja feita por meio de atividades que permitam e/ou exijam a mediação do professor, o qual deve estar presente quando os alunos executam os procedimentos. Nas ADRP esta avaliação poderá ser feita continuamente, durante o desenvolvimento de diferentes atividades dessa natureza, dando-se uma ênfase maior em uma ou outra atividade, se for o caso.

Tendo em vista a natureza dos conteúdos atitudinais, que abrangem significados importantes da vida das pessoas, tais como pensar, sentir e atuar (aspectos cognitivos, afetivos e tendências à ação), a atividade de avaliá-los é consideravelmente complexa (Zabala, 1998; Sarabia, 2000). No entanto, como se considera que as atitudes são conteúdos a serem ensinados é importante que se tenha informações sobre a sua aprendizagem, isto é, sobre o processo de formação e mudança de atitudes trabalhadas com os alunos.

Segundo Sarabia (2000), para se obter tais informações, a linguagem e as ações manifestadas pelos alunos passam a ser as ferramentas mais eficazes. Para Zabala (1998), por sua vez, a avaliação das atitudes poderia ser feita por meio de situações, preferencialmente conflitantes, que seriam propostas aos alunos a fim de efetuar a observação de seus comportamentos, opiniões e ações.

No caso das ADRP, pode-se obter informações a respeito das atitudes envolvidas por meio da observação das atuações e opiniões manifestadas pelos alunos durante os diferentes momentos de

desenvolvimento destas atividades. Por exemplo, na organização dos pequenos grupos, na análise das situações-problema, na distribuição de tarefas e responsabilidades, nos debates entre os grupos e com o professor, na argumentação oral e escrita a favor da resolução praticada. Além disso, as manifestações observadas em outras atividades didáticas também poderão ser úteis para a avaliação das atitudes.

Conforme já mencionado no capítulo anterior, tendo em vista o fato de que as atitudes são posicionamentos em relação a algum objeto, situação ou pessoa, não se pode almejar um consenso entre todas elas. A própria natureza humana nos impõe um pluralismo muito grande de idéias, opiniões e julgamentos, o que conduz à formação de atitudes diferentes, que devem ser respeitadas.

No entanto, a partir da prática da observação das manifestações e ações dos alunos pode-se avaliar tanto a aprendizagem e mudança de algumas atitudes pretendidas quanto as necessidades educativas. Nas ADRP é possível averiguar, por exemplo, se os alunos passaram a demonstrar uma maior participação e cooperação com seus colegas nos grupos, se modificaram a visão de que uma situação-problema não demanda necessariamente da mesma estratégia de resolução e não tem necessariamente o mesmo resultado, se procuram argumentar a favor de sua resolução, se argumentam e respeitam opiniões contrárias, entre outras.

É importante que a avaliação dos diferentes conteúdos trabalhados nas ADRP seja feita continuamente, sendo mais minuciosa e criteriosa em uma ou outra atividade específica. Com isso, a avaliação manterá seu caráter processual, haja vista que fornecerá informações sobre a aprendizagem construída até então, a partir da qual, é possível refletir e rever o passado, visando a reconstrução das formas de desenvolvimento e das tarefas futuras.

Capítulo 3. A PROBLEMÁTICA E O ENCAMINHAMENTO DA PESQUISA

Neste capítulo, além de apresentarmos a problemática de pesquisa, especificaremos o espaço no qual ela foi desenvolvida, os sujeitos que dela participaram, a metodologia e os instrumentos utilizados para a coleta de dados.

3.1. A Problemática de Pesquisa

Algumas reflexões acerca das dificuldades encontradas por professores e alunos em relação a atividades de Resolução de Problemas em aulas de Física no Ensino Médio apontam para a necessidade de estudos mais aprofundados em torno do tema, a fim de se estabelecer parâmetros que orientem um melhor desenvolvimento destas atividades. Além disso, atualmente, estamos diante de um grande desafio, que é a inserção de conteúdos procedimentais e atitudinais nos currículos escolares da Educação Básica.

É neste contexto que surge nossa problemática de pesquisa, ou seja, ***buscamos estudar os limites e sinalizar possibilidades reais de se ensinar, além dos conteúdos conceituais, conteúdos procedimentais e atitudinais mediante a realização de Atividades Didáticas de Resolução de Problemas.***

Entre os objetivos de nossa pesquisa destacamos:

- Estudar o processo de elaboração e desenvolvimento, em sala de aula, de Atividades Didáticas de Resolução de Problemas que integrem conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais.

- Estabelecer parâmetros para a utilização efetiva e criteriosa de ADRP por professores de Física de escolas do Ensino Médio.

3.2. Caracterização do Espaço e dos Sujeitos da Pesquisa

Esta pesquisa foi desenvolvida junto ao Núcleo de Educação e Ciências (NEC) do Centro de Educação da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Ela contou com a colaboração de alguns dos professores participantes do Grupo de Trabalho de Professores de Física (GTPF), cujo propósito, entre outros, é a elaboração de Módulos Didáticos (MD) que são desenvolvidos em aulas de Física do Ensino Médio. A participação destes professores do GTPF para a implementação das ADRP, em sala de aula, se justifica pelo fato do grupo possuir como um de seus objetivos e desafios a discussão sobre situações o mais próximas possíveis da vivência cotidiana dos alunos, para serem trabalhadas numa perspectiva de Resolução de Problemas e, ainda, pelo interesse particular de alguns deles em aprofundar estudos sobre essa temática.

Assim, elaboramos um conjunto de Atividades Didáticas⁹ baseadas em situações-problema abertas em que a resolução procura seguir uma abordagem investigativa conforme discutido anteriormente. As ADRP foram previamente elaboradas e, posteriormente, apresentadas para discussão com os professores colaboradores. Esta discussão foi feita em reuniões específicas para o estudo dessa temática.

Dessa forma, estes professores colaboradores se dispuseram a participar de reuniões periódicas (a cada duas ou três semanas), paralelas aos encontros semanais do próprio GTPF. Nessas reuniões, foram realizadas discussões teóricas sobre a temática de Resolução de Problemas e sobre o ensino de conteúdos procedimentais e atitudinais,

⁹ As ADRP elaboradas encontram-se no Anexo III.

concomitante à discussão acerca da elaboração e implementação das ADRP em sala de aula. Além disso, estas mesmas ADRP também eram discutidas nos encontros do GTPF, a fim de que fossem incorporadas nos MD produzidos pelo grupo e depois implementadas em sala de aula.

Inicialmente, acompanhamos as implementações das ADRP de 6 (seis) professores, envolvendo 8 (oito) turmas de Ensino Médio. Posteriormente, passamos a acompanhar, mais diretamente, as implementações de 4 (quatro) destes professores, em 5 (cinco) turmas (três turmas de 2ª série, uma de 1ª série e uma de 3ª série). Na tabela abaixo, apresentamos uma caracterização dos sujeitos envolvidos na pesquisa.

Tabela 04: Caracterização dos sujeitos envolvidos na pesquisa

Turma	Escola	Número médio de alunos	Professor(a) Responsável	Formação Inicial	Situação Profissional	Tempo total de magistério
2ª (A)	Colégio Estadual Manuel Ribas	35	AMB	Licenciatura em Matemática, com Habilitação em Física	Professora efetiva de Física, em Serviço	10 Anos
2ª (B)	Colégio Estadual Manuel Ribas	40	SSFW	Licenciatura em Matemática, com Habilitação em Física	Professora efetiva de Física, em Serviço	6 anos
2ª (C)	Escola Estadual Rômulo Zanchi	25	TBN	Licenciatura em Física incompleta	Estagiário do Curso de Licenciatura em Física, em Formação Inicial	2 anos
3ª	Escola Estadual de Educação Básica Tiradentes	30	MS	Licenciatura em Matemática, com Habilitação em Física	Professora de Física contratada, em Serviço	6 Anos
1ª	Escola Estadual de Educação Básica Tiradentes	15	MS	Licenciatura em Matemática, com Habilitação em Física	Professora de Física contratada, em Serviço	6 Anos

A análise e as considerações feitas no último capítulo basearam-se nas informações coletadas sobre as atividades realizadas por estes quatro professores. Em média cada professor implementou, durante esse último ano (2003), 6 (seis) Atividades Didáticas de Resolução de Problemas em cada turma.

3.2.1. Breve Relato sobre as Atividades Desenvolvidas pelo GTPF/NEC¹⁰

O Grupo de Trabalho de Professores de Física (GTPF) esteve articulado, até o início do ano de 2003, a um projeto de pesquisa mais abrangente denominado “**Atualização Curricular no Ensino de Física e a Formação Continuada de Professores**”, quando então, passou a se constituir, no âmbito da UFSM, num projeto autônomo de caráter extensionista, intitulado “**Grupo de Trabalho de Professores de Física (GTPF): Uma Proposta de Articulação entre Formação Inicial e Formação Continuada**”. Assim, o GTPF se caracteriza, fundamentalmente, como um trabalho permanente de extensão à comunidade, mais especificamente, à comunidade de professores de Física do Ensino Médio. Concomitantes a isso, a ele se acoplam atividades de pesquisa acadêmica que são desenvolvidas por alguns de seus participantes, particularmente pelos alunos de Graduação e de Pós-Graduação.

As atividades do GTPF acontecem desde 1996. A cada ano sua configuração é reformulada em termos do número de participantes, do funcionamento e da organização interna em subgrupos. Para a realização de suas atividades o GTPF tem mantido encontros semanais, de cerca de quatro horas de duração, tanto para a produção dos materiais de ensino quanto para o acompanhamento e avaliação de todas as ações realizadas. Sendo assim, conta com a participação de:

- Professores de Física em serviço nas Redes de Ensino pública e privada de Santa Maria/RS e região;

¹⁰ Para um maior detalhamento, ver: TERRAZZAN, Eduardo. Grupo de Trabalho de Professores de Física: articulando a produção de atividades didáticas, a formação de professores e a pesquisa em educação. In: Vianna, D. M.; Peduzzi, L. O. Q.; Borges, O. N.; Nardi, R. (Orgs.). **Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. São Paulo: SBF, 2002. (CD-Rom, arquivo: SC1_3.pdf)

- Alunos de Graduação da Licenciatura em Física da UFSM, em trabalho de Iniciação Científica em Educação;
- Alunos de Pós-Graduação do Mestrado em Educação (Ensino de Ciências/Física) da UFSM;
- Docentes da UFSM, atuantes no NEC e pesquisadores em Educação em Ciências/Ensino de Física.

Assim sendo, procura desenvolver suas atividades seguindo um conjunto de objetivos, discriminados abaixo:

- promover o aprofundamento conceitual e teórico-metodológico dos participantes do grupo no campo da Física, da Didática e da Pedagogia;
- capacitar os participantes para a tomada de decisões no campo profissional da docência;
- promover a melhoria das práticas pedagógicas relativas ao Ensino de Física nas escolas de Ensino Médio da região de Santa Maria.

Além das avaliações periódicas sobre o andamento do trabalho do grupo e dos seminários gerais entre os subgrupos, realizam-se, a cada ano, geralmente nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, encontros gerais para avaliar toda a produção do ano e para traçar metas para as atividades do ano seguinte.

Como o GTPF envolve professores de diferentes escolas e, por conseguinte, realidades distintas, a definição de uma programação curricular básica comum a todos os participantes é feita por meio de um consenso entre eles no início dos trabalhos de cada ano letivo, sempre no âmbito do próprio GTPF. Para que se chegue a este consenso são levadas em conta as experiências profissionais e as vivências de cada um em sua realidade escolar mais imediata.

Cada Módulo Didático é estruturado de maneira que os temas sejam desenvolvidos segundo um modelo ou uma dinâmica básica, constituída de três fases denominadas de Três Momentos Pedagógicos, quais sejam: Problematização Inicial, Organização do Conhecimento e Aplicação do Conhecimento (Delizoicov & Angotti, 1991). Entendemos que algumas atividades didáticas, pela sua importância, devam ser incluídas em todos os Módulos Didáticos. Assim, em cada Módulo buscou-se inserir, pelo menos:

- uma Atividade Didática baseada em Experimento, desenvolvida a partir de roteiros abertos ou semi-abertos;
- uma Atividade Didática baseada na leitura, compreensão e discussão de Texto de Divulgação Científica ou equivalente;
- uma Atividade Didática de Resolução de Problemas, baseada na discussão de situações o mais abertas possíveis;
- uma Atividade Didática baseada em Analogia, para a compreensão de fenômenos, processos, modelos e/ou conceitos científicos.

Dentre as diversas atividades desenvolvidas junto ao GTPF nos interessou, em particular, acompanhar as implementações das Atividades Didáticas de Resolução de Problemas, incorporadas nos MD, para a realização de uma análise posterior.

3.3. Coleta de Informações: Instrumentos e Usos

A presente pesquisa fundamentou-se, essencialmente, numa abordagem qualitativa, cujo conceito, segundo Bogdan & Biklen (1994) envolve um conjunto de características, das quais destacamos:

- o contato direto do pesquisador com o ambiente e a situação que está sendo investigada;
- o fato do material coletado, para posterior análise, ser baseado em descrições de situações, acontecimentos, em produções de alunos e relatos de sala de aula de professores, além de transcrições de entrevistas e vídeo gravações;
- a preocupação com o processo e não apenas com o produto;
- a consideração dos diferentes pontos de vista dos participantes, tendo assim, uma preocupação com a maneira com que os sujeitos da pesquisa encaram as questões que estão sendo focalizadas;
- a realização de considerações a partir da análise de todas as informações coletadas, não tendo como [único] intuito a comprovação de hipóteses pré-estabelecidas.

Para a coleta das informações necessárias à realização desta pesquisa, utilizamos os seguintes instrumentos: observações diretas e videogravação de aulas; material produzido pelos alunos; Diários da Prática Pedagógica, elaborados pelos professores; entrevistas semi-estruturadas; além das discussões realizadas nos encontros semanais do GTPF/NEC e nas reuniões paralelas com os professores colaboradores.

3.3.1. Observações e Videogravações de Aulas

A observação tem se mostrado um método de coleta de informações bastante utilizado nas pesquisas qualitativas (Mazzotti & Gewandrznajder, 1998; Lüdke & André, 1986), muito embora seja alvo freqüente de críticas, algumas das quais, estão pontuadas na seqüência:

- eventos que ocorrem fora do período de observação não são registrados;
- exige um alto grau de interpretação por parte do observador, o que pode dar lugar à inferências incorretas;
- a presença do observador pode interferir na situação observada.

Como na pesquisa em questão a observação não se constituiu na única forma de obtenção de informações, o peso destas possíveis críticas acaba sendo amenizado. Por exemplo, parte das informações acerca dos eventos que transcorreram nas aulas que não foram observadas pôde ser obtida por meio dos Diários da Prática Pedagógica dos professores colaboradores, ou ainda, por meio de conversas e das entrevistas com estes professores. No caso das possíveis interpretações ou inferências incorretas, procuramos minimizar tais possibilidades mediante discussões com os sujeitos da pesquisa. Por fim, no que tange à interferência do observador, é certo que ela existe; porém, seu impacto pode diminuir de acordo com a frequência de observações. No nosso caso, após a segunda ou terceira observação sobre o mesmo sujeito, praticamente não houve mais interferência.

Ainda, contrapondo às desvantagens apontadas acima, há também uma série de vantagens a respeito da prática da observação (Mazzotti & Gewandrzajder, 1998; Lüdke & André, 1986), algumas das quais são as seguintes:

- possibilita a obtenção de informações em casos nos quais outros instrumentos não podem ser utilizados e serve para verificar o grau de veracidade de informações obtidas por outros meios;

- permite a identificação de comportamentos não-intencionais ou inconscientes e de aspectos que os informantes não se sentem à vontade para declarar;
- propicia ao observador uma visão mais próxima da perspectiva dos sujeitos envolvidos na pesquisa.

Como complemento às informações obtidas por meio da observação, a videogravação se mostra uma técnica muito eficiente e muito apropriada para uma análise mais pormenorizada de situações de sala de aula, em investigação. Neste sentido, concordamos com Laburu et al (2000) quando afirmam que *“o registro in loco da sala de aula, onde o processo de ensino-aprendizagem está naturalmente ocorrendo, é uma técnica possível e válida para a análise das falhas ocorridas no ensino e das dificuldades com a aprendizagem dos alunos”* (p. 104).

Assim, por meio da videogravação das aulas nas quais foi feita a implementação das ADRP, obtivemos registros importantes sobre a dinâmica de sala de aula utilizada pelo professor, dificuldades enfrentadas pelos alunos em torno dos conteúdos envolvidos, aspectos relativos à participação efetiva dos alunos no processo de construção do conhecimento, questionamentos, observações e discussões dos alunos, além de informações gerais sobre o desenvolvimento da aula.

3.3.2. Diários da Prática Pedagógica dos Professores e a Produção dos Alunos

Para a presente pesquisa, procuramos obter informações a respeito do desenvolvimento de ADRP em sala de aula a partir da *Produção dos Alunos* e, também, dos *Diários da Prática Pedagógica* elaborados pelos professores colaboradores. Ambos são “instrumentos de registro” e se caracterizam como documentos, pois, como afirmam Mazzotti & Gewandrznajder (1998), *“considera-se como documento*

qualquer registro escrito que possa ser usado como fonte de informação” (p. 169).

A análise documental se constitui, assim, em uma técnica adequada para o estudo desses registros, numa abordagem qualitativa. Sua utilização possibilita a complementação e, por vezes, a comprovação ou refutação de informações obtidas por outras técnicas empregadas (Lüdke & André 1986; Mazzotti & Gewandrznajder, 1998).

Segundo Holsti apud Lüdke & André (1986), há pelo menos três situações básicas em que é apropriado o uso da análise documental:

- quando o acesso aos dados por outros meios é problemático;
- quando se pretende ratificar e validar informações obtidas por outras técnicas de coleta, como por exemplo, a entrevista, o questionário ou a observação;
- quando o interesse do pesquisador é estudar o problema a partir da própria expressão dos indivíduos.

Dessa forma, por meio da análise da produção dos alunos, procuramos detectar parâmetros que nos auxiliaram na avaliação das resoluções dos problemas praticados, permitindo assim a emissão de conclusões sobre o seu desempenho nas ADRP.

Os Diários da Prática Pedagógica (DPP) não contêm apenas as descrições realizadas pelos professores sobre suas aulas, mas também, comentários, justificativas e análises acerca das mesmas (Ustra, 1997). Para Porlán & Martín, a utilização periódica de um DPP servirá ao professor como se fosse

... um guia para a reflexão sobre a prática, favorecendo a tomada de consciência do professor sobre seu processo de evolução e sobre seus modelos de referência. Favorece, também, o esclarecimento de conexões significativas entre conhecimento prático e conhecimento disciplinar, o que permite uma tomada

de decisões mais fundamentada. Através do diário pode-se realizar focalizações sucessivas na problemática que se aborda, sem perder as referências do contexto. Por último, propicia também o desenvolvimento dos níveis descritivos, analítico-explicativos e a valorização do processo de investigação e reflexão do professor (1997, p. 19).

Tendo em vista a pretensão de utilizarmos os DPP como um instrumento de coleta de informações para nossa pesquisa, sugerimos aos professores que relatassem, na medida do possível, aspectos sobre as modificações verificadas em relação à dinâmica de sala de aula, atitudes e aproveitamento dos alunos, dificuldades enfrentadas em relação aos conteúdos no desenvolvimento das ADRP propostas, tanto por parte dos alunos quanto pelos professores. Além disso, sugerimos que descrevessem outros acontecimentos e aspectos relevantes transcorridos nas aulas e que expressassem sugestões de modificações nas atividades realizadas, quando fosse o caso.

Os professores ainda não adquiriram o hábito de fazer continuamente os seus DPP, fato este influenciado pela falta de tempo para elaboração dos mesmos, em função do grande número de turmas sob sua regência. Assim, os poucos DPP que os professores conseguiram fazer, se constituíram em documentos importantes para a obtenção de informações úteis para a nossa pesquisa. A partir deles, foi possível a identificação de algumas falhas e dificuldades no encaminhamento das ADRP, bem como, de soluções encontradas pelos próprios professores. Além disso, os DPP ajudam no processo de reflexão dos professores sobre todo este desenvolvimento, proporcionando a otimização dos aspectos positivos constatados.

3.3.3. Entrevistas semi-estruturadas

Optamos pela entrevista semi-estruturada com os professores colaboradores, pois, ela propicia uma relação mais flexível entre o entrevistador e o entrevistado, suscitando assim, um maior número de informações sobre a problemática em discussão.

Na entrevista semi-estruturada o entrevistador estabelece antecipadamente os tópicos ou informações que deseja obter, porém, não de forma rígida. Isso permite uma flexibilidade quanto à ordem de proposição das perguntas, podendo, assim, dar origem a uma variedade de respostas ou mesmo a outras questões que originam novas perguntas.

Segundo Bogdan & Biklen (1994), ao se tratar de pesquisas de natureza qualitativa, as entrevistas podem ser utilizadas de duas formas: *“podem constituir a estratégia dominante para a recolha de dados ou podem ser utilizadas em conjunto com a observação participante, análise de documentos e outras técnicas”* (p. 134). Conforme estes autores, em ambos os casos a entrevista propicia a obtenção de informações relativas à pesquisa e, particularmente, informações na linguagem dos próprios sujeitos.

Na presente pesquisa, a entrevista não foi a estratégia dominante de recolha de informações. Realizamos entrevistas com 4 (quatro) dos professores colaboradores que, normalmente, implementavam ADRP em suas aulas. Procuramos, por meio delas, abordar alguns aspectos gerais sobre o ensino de procedimentos e atitudes em aulas de Física, elaboração e implementação das ADRP, bem como, sobre algumas dubiedades em relação às informações obtidas com os demais instrumentos de coleta. Durante as entrevistas, na medida do possível, anotamos os pontos que consideramos mais importantes e estes puderam ser complementados por meio da gravação e transcrição de trechos das mesmas. (O roteiro das entrevistas encontra-se no Anexo II).

Capítulo 4. CONSTATAÇÕES E RESULTADOS

Durante o desenvolvimento desta pesquisa, mantivemos nossa participação como membro do GTPF. Assim, além das reuniões periódicas realizadas com os professores colaboradores da pesquisa, participamos normalmente dos encontros e atividades desenvolvidas pelo GTPF. Elaboramos um conjunto de ADRP (Anexo III), dentre as quais, várias foram implementadas em sala de aula, sendo acompanhadas e videogravadas. Com isso, coletamos um grande conjunto de informações (produção dos alunos, diários da prática pedagógica dos professores, observação e videogravação de aulas e entrevistas com os professores) para a realização da análise das ADRP e o apontamento dos resultados.

Tendo em vista os objetivos e o problema de pesquisa, apresentamos os resultados das análises das ADRP em três blocos, relativamente ao: envolvimento e desempenho dos alunos e/ou dos grupos de alunos durante a realização das ADRP; desenvolvimento de conteúdos procedimentais mediante as ADRP; desenvolvimento de conteúdos atitudinais mediante as ADRP.

4.1. Envolvimento e o Desempenho dos Alunos e/ou dos Grupos nas Atividades Didáticas de Resolução de Problemas

Para a análise do envolvimento e do desempenho dos alunos durante o desenvolvimento das ADRP, buscamos identificar se cada aluno ou cada grupo de alunos:

1. seguiu as etapas de resolução propostas no modelo;
2. realizou uma análise preliminar da situação-problema proposta;
 - a. registrou esta análise;
 - b. realizou esquemas/desenhos para esclarecer o problema;

3. formulou hipóteses;
 - a. estabeleceu as variáveis relevantes, necessárias e suficientes;
 - b. realizou estimativas das grandezas envolvidas caracterizando uma situação em particular que é a própria situação-problema;
4. elaborou estratégias de resolução;
 - a. estabeleceu relações entre as variáveis propostas;
 - b. propôs formas alternativas de resolução;
5. aplicou a(s) estratégia(s) de resolução;
 - a. chegou a um resultado;
6. realizou análise do resultado obtido;
 - a. justificou e argumentou a favor de sua resolução e de seu resultado;
 - b. expressou-se claramente/adequadamente;
 - c. cometeu erros conceituais;
 - d. verificou ou refutou hipóteses;
7. realizou uma síntese da resolução praticada;
8. indicou novas situações-problema a serem estudadas;
9. realizou uma apresentação coerente da resolução propriamente dita;
10. apresentou perguntas durante o processo de resolução;
11. demonstrou interesse na atividade;
12. aceitou e/ou argumentou sobre as colocações/propostas dos colegas.

Com base nestes aspectos e na análise das diversas informações coletadas, apontamos e comentamos alguns resultados relativos à avaliação das implementações das ADRP em sala de aula. Além disso, fizemos algumas considerações em torno do trabalho dos professores ao longo do desenvolvimento das ADRP em sala de aula.

- ***Considerações sobre as ADRP implementadas e analisadas***

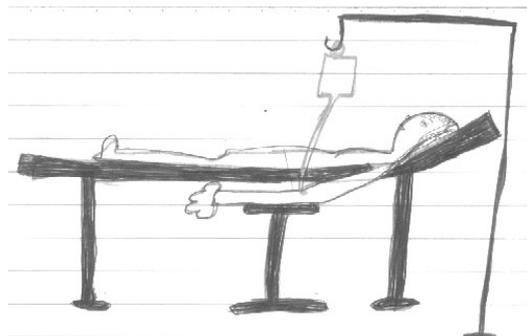
De forma geral, constatamos que a aprendizagem e, conseqüentemente, a evolução nas resoluções praticadas pelos alunos ocorreu de forma gradual. Isso se deve ao fato de que as etapas de resolução da estratégia utilizada pelos alunos, para o desenvolvimento das ADRP, se caracterizam como conteúdos de natureza procedimental. A aprendizagem de procedimentos ocorre de maneira gradual, como já mencionamos e prevemos nos primeiros capítulos. Para termos de exemplificação, na sequência descrevemos detalhadamente a análise feita sobre cada uma das etapas de resolução, procurando evidenciar o grau de evolução acima mencionado.

Tendo em vista a produção dos alunos, a observação e a videogravação das aulas, constatamos que nas primeiras ADRP implementadas em sala de aula nem todos os grupos de alunos passaram efetivamente por todas as etapas de resolução previstas no modelo. Nas resoluções analisadas, em que não houve nenhum registro a respeito da análise da situação-problema, em geral, puderam ser constatados processos de resolução e resultados bastante equivocados. Alguns grupos deixaram de realizar ainda a análise do resultado e/ou deixaram de fazer a síntese do processo de resolução praticada. No entanto, após a participação dos alunos em algumas ADRP, esta situação foi se alterando e praticamente deixou de acontecer nas últimas implementações realizadas. Para exemplificar os avanços neste sentido, pode-se observar os extratos de duas análises qualitativas que apresentamos abaixo. Estes extratos se referem a dois problemas trabalhados em momentos diferentes numa mesma turma.

Como já dissemos, nas primeiras implementações, de forma geral, os registros sobre a análise qualitativa foram muito sucintos ou não foram realizados (constatado na análise da produção dos alunos). Os registros daqueles que fizeram esta tarefa, praticamente se resumiram a

diagramas/desenhos sem nenhuma descrição complementar. Por exemplo, o desenho abaixo representa a análise qualitativa de uma situação-problema na qual procurava-se saber *qual deveria ser a altura mínima, em relação ao braço de um paciente, que o frasco de soro poderia ser colocado*.

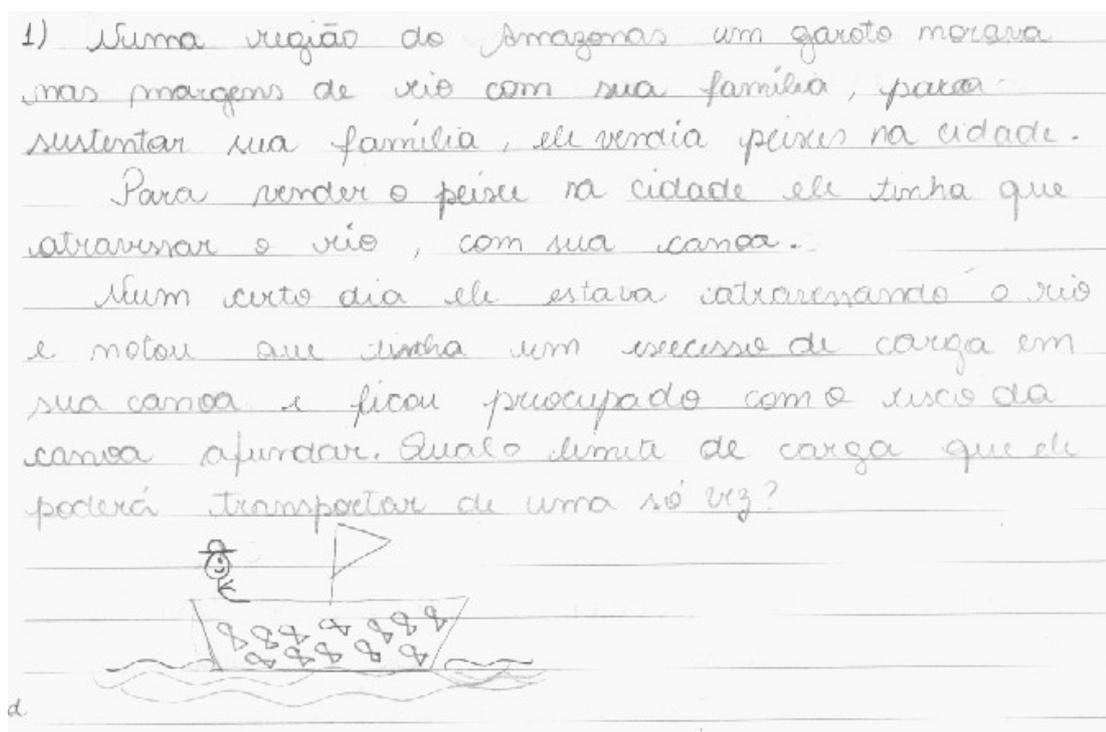
Fig. 07: Extrato da produção de alunos (I).



Além disso, alguns grupos passaram diretamente para a formulação de hipóteses, realizando a análise qualitativa apenas de forma oral durante as discussões internas do grupo (constatado por meio da videogravação e observação da aula).

Em geral, em relação à análise qualitativa dos problemas, percebemos avanços significativos nas turmas em que houve um maior número de implementações de ADRP, uma vez que passaram a contextualizar e, por vezes, a redefinir a situação-problema proposta. Como exemplo, apresentamos abaixo um extrato de uma produção escrita da análise qualitativa realizada por um grupo de alunos ao resolverem um problema no qual era questionado *o limite de carga que uma canoa poderia transportar ao atravessar um rio*.

Fig. 08: Extrato da produção de alunos (II).



As hipóteses lançadas para a resolução das situações-problema foram as mais variadas possíveis (constatado na análise da produção dos alunos). A partir da observação e da análise da videogravação das aulas constatamos que em alguns casos estas foram pensadas e bastante discutidas internamente nos grupos, o que fez com que estes estabelecessem as variáveis relevantes e necessárias para resolver o problema em questão, o que pôde ser percebido, por exemplo, no problema acima mencionado, no qual se procurava saber *qual seria o limite de carga que uma canoa poderia transportar ao atravessar um rio.*

Nesta situação-problema, alguns grupos realizaram estimativas e apontaram hipóteses: “densidade da água = $1 \times 10^3 \text{ m/s}^2$; $g = 10 \text{ m/s}^2$; dimensões médias da canoa = 3 m comprimento x 1 m de largura e 0,5 m de altura; volume máximo de água a ser deslocado pela canoa = ?? (este volume foi calculado a partir das dimensões da canoa); massa do garoto que guiava a canoa = 60 kg”. Em outros casos, as hipóteses foram

estabelecidas de modo menos aprofundado, levando os grupos de alunos a seguirem processos de resolução equivocados, nos quais percebia-se claramente a falta de uma análise qualitativa e cuidadosa dos problemas. Isso foi percebido em algumas das resoluções, em particular, na já referida situação-problema em que se questionava sobre *qual deveria ser a altura mínima em relação ao braço de um paciente que o frasco de soro poderia ser colocado*. Hipóteses relacionadas a este caso: “*densidade do sangue = 2 g/cm³; altura da maca = 1 m do chão; pressão sanguínea = 120 tor = 1,58x10⁴ N/m²*”.

Durante a análise da produção dos alunos, ao atentarmos para a elaboração das estratégias de resolução registradas pelos grupos, percebemos que estas foram bastante semelhantes em várias resoluções praticadas. O apontamento de mais de uma estratégia a ser utilizada para a resolução das situações-problema praticamente não aconteceu. Acreditamos que isso se deva, em parte, pela característica das situações-problema apresentadas, que ainda se constituíam de situações razoavelmente simples (sem uma grande abrangência conceitual) e que, por vezes, até mesmo, não permitiam mais de uma forma de resolução. Porém, mesmo nas situações-problema em que havia a possibilidade de mais de uma forma de resolução, apenas uma foi apontada, ainda que entre os diferentes grupos, puderam ser observadas variações em algumas estratégias elaboradas.

A resolução da seguinte situação-problema exemplifica a constatação acima descrita: *Um turista estava olhando para o mar, da beira da praia, e percebeu que um jet ski conseguia passar de uma extremidade da praia para a outra, exatamente no intervalo entre as ondas. Qual a velocidade de propagação das ondas?*

- Várias estratégias elaboradas por diferentes grupos mantinham grandes similaridades com a seguinte estratégia extraída da resolução praticada por um deles:

Para calcular a velocidade das ondas do mar vamos utilizar: $v = \lambda f$. Como não temos f , podemos calculá-la

por $f = \frac{1}{T}$, onde T é igual ao tempo que o jet ski leva para passar de um lado da praia para o outro. Este

tempo vamos calcular da seguinte forma: $\Delta t = \frac{\Delta S}{\Delta V}$, ΔS é a distância de um ponto à outro da praia e ΔV a velocidade do Jet ski. (Extrato do registro de uma resolução).

A velocidade do jet ski, a largura da praia e o comprimento de onda foram estipulados nas hipóteses.

- Outras estratégias utilizadas por alguns grupos, para resolver o mesmo problema, eram semelhantes a seguinte:

Primeiro, usando um relógio vamos marcar o tempo que o jet ski leva para ir de um lado para o outro da praia. Esse é o mesmo tempo que uma onda leva para percorrer a distância entre elas. Então, podemos calcular a velocidade de propagação das ondas

utilizando a seguinte equação: $v = \frac{S}{t}$, onde S é a distância entre as ondas e t o tempo que o jet ski leva. (Extrato do registro de uma resolução).

Os alunos estipularam nas hipóteses a distância entre uma onda e outra e estimaram o tempo a partir de uma suposta marcação, com o uso de um relógio.

Numa outra situação-problema em que se perguntava *qual era a altura máxima atingida por uma bola chutada verticalmente para cima*, também foram elaboradas diferentes estratégias de resolução. Uma delas constituía-se na utilização da equação da posição em função do tempo para achar a altura máxima atingida pela bola, dando assim, um “tratamento cinemático” para descrever o movimento da mesma. A outra estratégia utilizada configurava-se num “tratamento energético”, no qual

os alunos aplicaram o princípio de conservação da energia mecânica para solucionar o problema.

Na turma de 3ª série, no transcorrer da elaboração da estratégia de solução, os alunos buscaram um espelho para realizar a experimentação de suas hipóteses e elaborar sua estratégia de resolução. Esse fato ajuda a evidenciar que estas atividades propiciam e desenvolvem a criatividade e a iniciativa dos alunos¹¹.

Durante a elaboração da estratégia de resolução das situações-problema e também na resolução propriamente dita (4ª etapa do modelo adotado), os alunos enfrentaram algumas dificuldades de natureza conceitual. Além disso, também puderam ser constatadas algumas concepções intuitivas dos alunos. Quando isso ocorria os professores procuravam questionar os alunos a esse respeito e estimulavam uma discussão entre os diferentes grupos, para que de forma coletiva chegassem a conclusões e acordos. A partir das discussões e acordos estabelecidos, os alunos sanavam suas dificuldades e/ou colocavam em “suspensão/dúvida” suas concepções intuitivas, tendo visto as limitações destas concepções. É importante ressaltar que não estamos afirmando que tenha ocorrido uma mudança conceitual (caso acreditarmos que esta seja possível), mas sim que, foi possível constatar e discutir criticamente, a partir de contra exemplos e do apontamento de limitações, algumas concepções intuitivas dos alunos.

As concepções intuitivas, geralmente, se fundamentavam em conhecimentos de natureza cotidiana, construídos a partir da vivência e participação dos alunos em diferentes atividades na sociedade. Estes conhecimentos, comparados aos científicos demandam, muitas vezes, de uma maior sistematização, explicitação e racionalização. Explicita-se assim, que a construção do conhecimento escolar passa,

¹¹ O problema apresentado solicitava considerações necessárias para a instalação de um espelho de modo que uma pessoa enxergue sua própria imagem por inteiro.

necessariamente, pelo embate com outros saberes sociais (cotidiano, científico, filosófico, ideológico, além de outros).

Quanto a análise a resolução praticada (5ª etapa da estratégia de resolução), a grande maioria dos grupos realizou uma análise do resultado encontrado e a registraram. Até mesmo nos casos em que no transcorrer do processo de resolução foram cometidos erros de natureza conceitual, de forma geral, a argumentação e justificação do resultado foi favorável a sua reafirmação (ex: atribuição de um valor de 300 m/s para a velocidade de propagação das ondas de rádio FM). Alguns grupos perceberam que nem todas as hipóteses levantadas na segunda etapa foram utilizadas no processo de resolução, outros tiveram que estabelecer novas hipóteses o que despertou neles a necessidade da justificação do resultado encontrado.

Com a observação e a análise da videogravação das implementações das ADRP, constatamos que a etapa de análise da resolução praticada, correspondia ao único momento de discussão em grande grupo, o que por vezes gerava algumas dificuldades para os alunos. Em contra partida, nas aulas em que foram realizadas paradas para uma discussão em grande grupo, após cada etapa de resolução, alguns dos equívocos sobre o processo de resolução puderam ser resolvidos antes mesmo desta chegar ao final. Com isso, os grupos tiveram, por exemplo, a oportunidade de discutir a análise e a emissão de hipóteses dos outros grupos e compará-las com as suas. O mesmo procedimento foi adotado para as demais etapas de resolução. Isso provocou boas discussões, evitando que equívocos fossem levados até o fim do processo de resolução, para serem resolvidos apenas nesse momento.

Inicialmente, alguns professores optaram por desenvolver as ADRP, em sala de aula, sem dividir a turma em pequenos grupos. Nestas aulas, alguns alunos sentiram muita dificuldade para preparar e

encaminhar um plano de resolução para os problemas propostos. Dessa forma, procuraram ajuda do colega ao lado ou ficaram sem fazer nada. Isso ressalta a importância do trabalho em grupo, nas atividades de caráter investigativo, como é o caso das ADRP.

A última etapa da estratégia de resolução (elaboração da síntese explicativa do processo de resolução praticado e sinalização de novas situações-problema) foi bastante diversificada nos diferentes grupos e turmas. A síntese de resolução foi realizada pela maioria dos grupos, porém, com diferenças de clareza na redação bem como no detalhamento do processo de resolução seguido. A apresentação de novas situações-problema tem acontecido em poucas das resoluções analisadas.

Podemos destacar ainda, que de forma geral neste tipo de atividades houve um envolvimento considerável por parte dos alunos, estimulado pela atitude de questionamento em sala de aula entre o professor e os alunos, e também entre os próprios alunos, trabalhando em pequenos grupos.

- ***Considerações sobre o trabalho dos professores durante o desenvolvimento das ADRP em sala de aula***

As ADRP desenvolvidas e analisadas ao longo da presente pesquisa não se restringiram ao trabalho de situações-problema que pudessem ser resolvidas apenas pela aplicação direta de equações. Em decorrência disso, algumas reações iniciais dos alunos puderam ser constatadas, principalmente, por meio de questões do tipo “Como vamos resolver este problema se ele não apresenta nenhum dado?”. Outra reação inicial, constatada por intermédio da observação e análise da videogravação das aulas e nas entrevistas com os professores, foi a consideração, por parte dos alunos, de que estes problemas demandavam resoluções muito extensas, demoradas e complexas, o que

exigia muito trabalho. As referidas impressões, oriundas dos primeiros contatos com as ADRP, tiveram que ser superadas durante o desenvolvimento destas atividades didáticas em sala de aula.

Dessa forma, durante a implementação das ADRP, os professores precisaram demonstrar um grande conhecimento didático-pedagógico para mediar as mais variadas situações e/ou discussões sobre as diferentes idéias que apareciam no transcorrer do processo de resolução. Nas implementações analisadas, pudemos perceber que ocorreram alguns momentos de insegurança e indecisão, por parte dos professores, durante o desenvolvimento destas atividades em sala de aula. Tendo isso em vista, na entrevista que realizamos com os professores que implementaram as ADRP em suas aulas, perguntamos quais eram as maiores dificuldades que eles encontraram para o desenvolvimento destas atividades. Algumas das dificuldades mencionadas foram:

- relativas às ações do professor:
 - mediação e controle do desenvolvimento das ADRP;
 - controle do tempo para o desenvolvimento das ADRP;
 - avaliação dos conteúdos desenvolvidos nestas atividades.
- relativas às ações dos alunos:
 - adaptação dos alunos a esta forma de trabalho;
 - autonomia dos alunos para praticarem a resolução;
 - insegurança dos alunos com relação as suas próprias resoluções;

Em relação às dificuldades relacionadas acima, o professor TBN afirmou que no decorrer do tempo conseguiu superá-las, exceto no que diz respeito à avaliação, sobre a qual ainda restam algumas dúvidas. Tais dúvidas são atribuídas à gama de conhecimentos trabalhados nestas atividades e ao elevado número de alunos a serem acompanhados e avaliados. Segundo TBN não está claro como deverá proceder para

avaliar efetivamente a aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes trabalhados com seus alunos por meio das ADRP.

A professora AMB, disse ter superado suas dificuldades relativas ao desenvolvimento das ADRP em sala de aula no decorrer do trabalho. Perguntada sobre quais dificuldades enfrentou inicialmente, ressalta as seguintes: a) elaboração de situações-problema abertas, que permitam um tratamento de caráter investigativo; b) compreensão sobre o que são e como ensinar procedimentos e atitudes por meio de determinadas atividades didáticas; c) mediação didático-pedagógica durante o desenvolvimento das ADRP e d) controle do tempo para o desenvolvimento das ADRP.

Já as professoras SSFW e MS dizem ter superado apenas parcialmente suas dificuldades, afirmando que possuem dúvidas com relação à: a) elaboração de situações-problema; b) identificação clara, em alguns casos, sobre o que representa um procedimento e o que é uma atitude; c) avaliação da aprendizagem dos “conteúdos” trabalhados nas ADRP. Fato comum e importante é que todos os professores consideraram as discussões mantidas nos encontros do GTPF e nas reuniões específicas para estudo teórico e metodológico sobre as ADRP fundamentais para a amenização e superação de suas dificuldades.

As soluções das situações-problema passaram a ser construídas por meio da interação entre os alunos e da mediação do professor, possibilitando aos alunos colocar à prova suas idéias e seus conhecimentos, analisar e refletir sobre os fenômenos e os conceitos abordados pelos problemas, procurar formas alternativas de solução e confrontar suas opiniões, idéias e conclusões com as dos colegas (nas discussões que ocorreram nos pequenos grupos, entre os grupos e com o professor). Isso também contribuiu, significativamente, para a construção de novos conhecimentos por parte dos alunos, bem como, com o desenvolvimento de sua criatividade e de sua capacidade de reflexão.

4.2. Desenvolvimento de Conteúdos Procedimentais com as Atividades Didáticas de Resolução de Problemas

A partir do acompanhamento da implementação das ADRP em sala de aula e da análise do material coletado foi possível identificar uma série de procedimentos que são trabalhados e ensinados aos alunos durante o desenvolvimento destas atividades. Classificamos estes conteúdos procedimentais de acordo com sua função e/ou utilização durante o processo de resolução das situações-problema. Para isso, adotamos um conjunto de 5 (cinco) categorias apresentadas por Pozo, Postigo & Crespo (1995), quais sejam: 1) aquisição da informação; 2) interpretação da informação; 3) análise da informação e realização de inferências; 4) compreensão e organização conceitual da informação e 5) comunicação da informação.

Na tabela abaixo estão sintetizados os procedimentos trabalhados e ensinados com as ADRP, de acordo com as categorias adotadas.

Tabela 05: Classificação dos conteúdos procedimentais trabalhados por meio das ADRP.

Função dos Procedimentos durante a Resolução	Conteúdos Procedimentais
Aquisição de informação	<ul style="list-style-type: none">• Busca de informações.• Seleção das informações.• Utilização/aplicação das informações recolhidas.
Interpretação da informação	<ul style="list-style-type: none">• Representação gráfica ou de desenhos.• Comparação e/ou aplicação dos problemas a situações reais;• Utilização de linguagem matemática (numérica, algébrica e geométrica).

Análise da informação e realização de inferências	<ul style="list-style-type: none"> • Parte da análise da situação-problema. • Elaboração de hipóteses. • Elaboração de estratégias de resolução. • Execução das estratégias elaboradas. • Análise dos resultados.
Compreensão e organização conceitual da informação	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização de diferentes informações e conceitos. • Estabelecimento de relações entre os conceitos. • Verbalização da resolução praticada. • Elaboração da síntese da resolução. • Proposta de novas situações-problema.
Comunicação da informação	<ul style="list-style-type: none"> • Expressão oral: <ul style="list-style-type: none"> ○ questionamentos; ○ argumentação e defesa de sua resolução. • Expressão escrita: <ul style="list-style-type: none"> ○ registro escrito da resolução praticada.

Como já comentamos anteriormente, situações-problema como as trabalhadas nas ADRP não seguem, necessariamente, a mesma estratégia e/ou forma de resolução. Por isso, nem todos os procedimentos relacionados nas diferentes categorias se fizeram presentes em todas as ADRP analisadas, embora tenham sido utilizados em uma ou mais destas atividades.

A organização das categorias e dos procedimentos na tabela acima não representa uma seqüência hierárquica para execução de uma resolução de problema; no entanto, ela proporciona uma visão sobre as possíveis funções de cada procedimento durante todo o processo de resolução. Como pode ser percebido nesta tabela, há procedimentos executados em diferentes momentos da resolução fazendo parte de uma mesma categoria. Por exemplo, na categoria de *análise da informação e*

realização de inferências, temos os procedimentos de análise da situação-problema e também de análise dos resultados, que são efetivados em momentos distintos, porém, possuem a mesma função, a saber, a realização de inferências a partir de uma análise.

Na categoria de *aquisição de informação* encontram-se os procedimentos executados pelos alunos para a busca e seleção de informações úteis à resolução do problema em questão. Esta busca das informações ocorreu em livros, anotações no caderno, problemas anteriormente resolvidos, entre outras fontes, e tiveram que ser selecionadas de acordo com a sua utilidade para o processo de resolução a ser praticado.

Os procedimentos listados na categoria *interpretação da informação* se referem ao entendimento das informações coletadas e utilizadas durante a resolução, bem como, à decodificação destas em diferentes formas de linguagem. Neste sentido, os grupos geralmente utilizavam diagramas e desenhos na realização da análise dos problemas e, ao mesmo tempo, procuravam relacioná-los a situações reais e conhecidas dos alunos, buscando assim a sua compreensão. A linguagem matemática, nas suas diferentes formas (numérica, algébrica e geométrica), se constituiu numa ferramenta importante para a resolução das situações-problema.

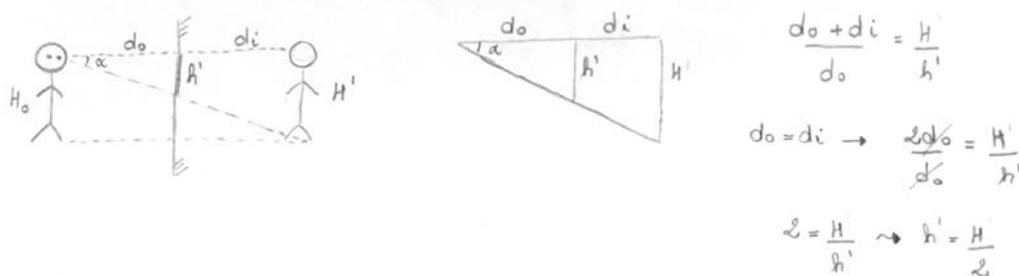
Um exemplo da aproximação dos problemas a situações reais (próximas da realidade vivenciada pelos alunos) foi identificado na análise qualitativa realizada por um grupo de alunos, ao resolverem um problema que questionava sobre *quantas calorías seriam necessárias para um gaúcho esquentar uma chaleira de água para chimarrão e sobre quanto gás gastaria para isso*. Este grupo, primeiramente, redefiniu o problema argumentando que um “bom gaúcho” não esquentava água para chimarrão

em fogão a gás e, sim o faz num fogão a lenha ou em “fogo de chão”¹². Portanto, deve-se calcular quantos quilos de lenha são necessários para esquentar a água na chaleira. Posteriormente, o grupo representou, por meio de um desenho, uma chaleira sobre a chapa de um fogão a lenha.

Ainda no que se refere à relação das situações-problema com situações reais, devemos sempre realizar uma análise cuidadosa destas, uma vez que, os alunos não estão desprovidos de efetuar possíveis considerações e analogias errôneas. Quando isso ocorrer deve-se chamar a atenção durante a análise do resultado, mostrando e discutindo os pontos falhos.

Quanto à utilização da linguagem matemática na resolução dos problemas, a mais comum é a numérica e a algébrica, quando recorrem a equações para a resolução dos mesmos. Isso demonstra que os alunos buscam sempre uma estratégia de resolução “mais simples”. No entanto, as relações geométricas, em alguns casos, também foram utilizadas. Um exemplo disso pode ser retirado das resoluções de um problema que solicitava *as considerações necessárias para a instalação de um espelho de modo que uma pessoa enxergasse a sua própria imagem por inteiro*. Conforme figura abaixo:

Fig. 09: Extrato de produção de alunos (III)



¹² Este problema levou a uma discussão sobre a tradição gaúcha, especialmente, porque foi proposto durante a Semana Farroupilha (semana em que as comemorações tradicionalistas se fazem intensamente presentes nas escolas, no Rio Grande do Sul).

Neste caso, a estratégia de resolução se constituiu na relação entre triângulos, mais especificamente, na semelhança de triângulos. A partir desta relação, os alunos estabeleceram uma das condições buscadas, qual seja, que a altura do espelho (h) deve ter no mínimo a metade da altura da pessoa (H).

Após a realização da interpretação das informações é possível que se façam algumas inferências. Os procedimentos relacionados a estas, vários dos quais são os mais utilizados durante a resolução das situações-problema, fazem parte da terceira categoria (análise da informação e realização de inferências). Este é o caso da análise dos problemas e da resolução praticada, elaboração das hipóteses e estratégias de resolução, além da execução destas estratégias. Os extratos retirados da produção dos alunos, apresentados na seção 4.1 deste capítulo, exemplificam a utilização e a realização de alguns destes procedimentos para a resolução das situações-problema propostas.

A categoria *compreensão e organização conceitual da informação* abarca os procedimentos relacionados às ações que auxiliam os alunos na busca de uma construção mais clara e organizada de sua compreensão conceitual. Nesse sentido, os alunos foram estimulados a verbalizar o máximo possível suas resoluções, e assim, passaram a explicar as relações feitas entre os conceitos e as etapas seguidas para a construção das soluções desejadas. Também fez parte do processo de resolução a elaboração da síntese explicativa, na qual, os alunos sinalizavam as principais etapas da resolução praticada, além de apontar novos problemas a serem resolvidos.

Apresentamos abaixo a transcrição de uma síntese feita por um grupo de alunos quando resolviam uma situação-problema que solicitava *a pressão exercida sobre um perito que investigava o naufrágio de um navio*. Segue extrato da resolução elaborada por um grupo de alunos:

Na resolução primeiramente analisamos a situação-problema apresentada e representamos ela com um desenho e em seguida passamos para o apontamento de hipóteses que achamos necessárias para a resolver o problema. A partir das hipóteses elaboramos a estratégia de resolução. Utilizamos a lei de Stevin para calcular a pressão exercida sobre o perito e percebemos que esta lei pode ser utilizada para calcular a pressão em qualquer profundidade que o perito estiver mergulhando. A pressão variou conforme a profundidade.

Uma nova situação que pode ser discutida a partir desse problema é porque os mergulhadores precisam utilizar material de mergulho em grandes profundidades.

Na síntese transcrita é possível constatar que o grupo conseguiu compreender o que a Lei de Stevin retrata, ou seja, que *a variação da pressão em um fluido em repouso é diretamente proporcional à sua profundidade* (para o caso deste problema). O grupo apontou também para uma questão fundamental que complementa a discussão iniciada sobre a relação entre pressão e mergulho, almejando assim uma maior compreensão sobre a situação-problema em estudo.

A última categoria de classificação dos procedimentos trabalhados nas ADRP (comunicação da informação) compreende as duas formas de expressão trabalhadas nestas atividades, a expressão oral e a expressão escrita. Os questionamentos e a argumentação oral para defender a resolução praticada passaram a ser constantes durante as discussões entre os grupos e com o professor. Este diálogo configurou-se num contexto no qual geravam-se, defendiam-se, compartilhavam-se e discutiam-se idéias, contribuindo significativamente para a construção e organização do conhecimento dos alunos.

O registro escrito sempre foi bastante exigido e esteve presente em todas as etapas de resolução. Ao compararmos os registros de resoluções anteriores com os mais recentes, percebemos a evolução dos mesmos, em direção a um maior detalhamento e a uma argumentação

mais clara e coerente sobre a resolução praticada. Fica evidenciada assim que a ação de registrar por escrito, bem como vários outros procedimentos trabalhados durante a resolução das situações-problema, é um aprendizado gradual e que necessita de práticas contínuas. É possível então, destacar a importância das ADRP no desenvolvimento deste aprendizado.

A aprendizagem de diferentes procedimentos não ocorreu de maneira isolada no desenvolvimento das ADRP. Estiveram sempre em discussão conhecimentos conceituais que eram utilizados para praticar as resoluções, ampliando-se a compreensão sobre os mesmos. Além disso, também permeava o processo de desenvolvimento das ADRP, a preocupação com o ensino de determinados conteúdos atitudinais. Um detalhamento sobre o processo de ensino-aprendizagem de atitudes, por meio das ADRP, é feito na seção seguinte.

4.3. Desenvolvimento de Conteúdos Atitudinais com as Atividades Didáticas de Resolução de Problemas

A partir da análise feita sobre o desenvolvimento das ADRP em sala de aula, pode-se identificar algumas atitudes que foram trabalhadas por meio destas atividades. Apresentamos aqui nossas observações e constatações sobre o trabalho pedagógico com estas atitudes.

Conforme já foi explicitado anteriormente, uma atitude é construída a partir da estabilidade atingida por posicionamentos tomados em relação a algum objeto, situação ou pessoa. Partindo desta idéia, classificamos as atitudes trabalhadas nas ADRP de acordo com sua referência, a quem ou a quem elas são formadas. Neste sentido, construímos três categorias: 1) atitude em relação ao trabalho em grupo, 2) atitude em relação à ciência/física e 3) atitude comportamental.

Na tabela a seguir, sintetizamos os conteúdos atitudinais trabalhados e ensinados mediante as ADRP, de acordo com as categorias estabelecidas.

Tabela 06: Conteúdos atitudinais trabalhados por meio das ADRP.

Categorias de Classificação	Conteúdos Atitudinais
Atitude em relação ao Trabalho em Grupo	<ul style="list-style-type: none"> • Participação ativa e crítica na troca de idéias. • Dedicção e empenho no trabalho conjunto. • Participação efetiva na divisão de tarefas e de responsabilidades. • Enfrentamento equilibrado de confrontos de pontos de vista diferentes mediante discussão/diálogo. • Busca de acordos. • Consciência de que há objetivos comuns. • Autonomia frente às solicitações e às tarefas propostas.
Atitude em relação à Ciência/Física	<ul style="list-style-type: none"> • Os problemas de Física não precisam, necessariamente, ser resolvidos da mesma forma nem ter o mesmo resultado. • A ciência/física é um conhecimento que evolui e não um conhecimento absoluto e acabado.
Atitude Comportamental	<ul style="list-style-type: none"> • Adequação e pertinência em sala de aula. • Respeito com os colegas e com o professor. • Cuidado e respeito com a mobília da sala de aula e com a escola, de forma geral.

As diferentes atitudes listadas na tabela acima foram trabalhadas durante o desenvolvimento das diversas ADRP analisadas. Porém, nem todas se fizeram presentes em cada uma das atividades em particular. E

assim, na realização do trabalho em pequenos grupos, para o desenvolvimento das ADRP em sala de aula, havia várias atitudes em jogo, configurando-se, então, numa aprendizagem majoritariamente de caráter atitudinal.

Durante o trabalho coletivo, os alunos foram se dando conta de que estavam frente a um objetivo comum, a saber, solucionar da melhor forma possível a situação-problema proposta. Para isso, foram necessárias orientações e intervenções do professor, tanto para motivar e equilibrar a participação de todos os elementos do grupo, como para mediar as discussões e, por vezes, esclarecer e explicar pontos de vista diferentes que surgiam ao longo da tarefa e não eram resolvidos internamente pelos próprios alunos, configurando-se em empecilhos para o alcance do objetivo inicial. No entanto, após algumas discussões e pela troca de idéias acabavam chegando a acordos que os levavam a conclusão do processo de resolução das situações-problema.

A mediação do trabalho coletivo, realizada pelos professores, teve facilidades e dificuldades diferenciadas entre as turmas acompanhadas. Numa turma em particular (2ª série A), no desenvolvimento das primeiras ADRP, a professora chegou a estabelecer um tempo fixo para que os grupos completassem cada atividade proposta, procurando evitar com isso as excessivas conversas paralelas, facilmente geradas nos grupos. No entanto, mediante o empenho da professora para estimular e exigir a atenção, a participação e a responsabilidade dos alunos para o cumprimento da tarefa, estes passaram a ater-se na construção das resoluções das situações-problema, discutindo-as e trocando idéias com os colegas, isto é, passaram a participar mais ativamente do trabalho em grupo.

Na medida em que cada professor foi atuando como mediador de todo o processo, manifestando atenção e atribuindo importância às atitudes relacionadas ao trabalho em pequenos grupos, foi possível

perceber, gradualmente, uma maior participação de cada aluno e o fortalecimento do grupo como um todo. Dessa forma, acreditamos que a responsabilidade que cada grupo teve que assumir, ao organizar, argumentar e justificar sua resolução tenha contribuído com a formação de uma maior autonomia dos alunos.

Deste trabalho em grupo, nas ADRP, surgiam diferentes formas de resolução e diferentes resultados para uma mesma atividade, os quais eram discutidos entre os grupos e com o professor durante as sucessivas paradas, feitas no decorrer do processo de resolução, ou no final das atividades. Isso levou ao questionamento e à desmistificação da concepção dos alunos sobre os problemas de Física. Inicialmente eles acreditavam que um problema em Física deveria ter, necessariamente, uma única forma de resolução, a partir da qual, chegar-se-ia a um mesmo resultado. Neste sentido pudemos evidenciar que o trabalho com situações-problema, de enunciados abertos, contribuiu significativamente para modificar tal visão dos alunos. Estas atividades suscitaram também discussões que auxiliaram a questionar outra visão, mais ampla em relação à ciência, segundo a qual, a ciência é constituída de um conjunto de conhecimentos absolutos e acabados.

A respeito da última categoria de atitudes apresentada (atitudes disciplinares), embora, a primeira vista, possa parecer dispensável uma discussão sobre elas nas aulas de física, estas atitudes são consideradas como pressupostos fundamentais para o desenvolvimento de qualquer atividade didática. Portanto, é sempre importante que se prime por elas, valorizando-as e discutindo-as quando for o caso. Isso pôde ser observado em alguns momentos durante o desenvolvimento das ADRP analisadas. Por exemplo, quando da solicitação de posturas adequadas e pertinentes em sala de aula, respeitando os colegas e o professor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no trabalho realizado conjuntamente com os professores colaboradores constatamos que, inicialmente, havia um razoável desconhecimento deles em relação às pesquisas sobre Resolução de Problemas e sobre o ensino de conteúdos procedimentais e atitudinais. Isso evidencia deficiências tanto na sua formação inicial, como na sua formação continuada e remete para a necessidade de superação desta situação sempre que se propuser um trabalho dessa natureza.

Com o intuito de superar as dificuldades enfrentadas no desenvolvimento das ADRP, mantivemos discussões com os professores sobre aspectos teóricos e metodológicos relacionados a este tipo de atividade didática, bem como, sobre as vantagens e desvantagens de se trabalhar as ADRP numa perspectiva investigativa. Assim, parte de nossa atenção estava voltada para a preparação dos professores.

Tendo em vista estas dificuldades iniciais dos professores a respeito do desconhecimento das pesquisas da área de Educação em Ciências e a necessidade de ações de preparação dos mesmos para o desenvolvimento das ADRP, parece-nos necessária, portanto, uma reflexão acerca da formação inicial e continuada de professores de Ciências/Física.

Nesta reflexão sobre a formação dos professores, deve-se atentar, então, para trabalhos/pesquisas que são desenvolvidos na área de Educação em Ciências. Por exemplo, acreditamos que uma vez que os professores tenham percebido a importância do desenvolvimento das ADRP num enfoque investigativo e do ensino de procedimentos e atitudes por meio destas atividades e também de outras, isso possa proporcionar novas idéias, formas e sugestões para a preparação de suas atividades didáticas, constituindo-se, assim, numa via promissora de contribuição para melhorar o ensino de Ciências/Física.

Apesar da aparente complexidade inicial de se trabalhar as atividades de Resolução de Problemas na perspectiva de investigação, estas se mostraram atividades didáticas adequadas para o tratamento de vários conteúdos conceituais da Física e também para o tratamento de conteúdos procedimentais e atitudinais. Além disso, o ensino de caráter investigativo, por meio da resolução de situações-problema, proporcionou aos alunos uma visão coerente, ainda que simplificada, da metodologia empregada nas atividades científicas.

A partir da elaboração das ADRP surgiram intenções de ensino de conteúdos procedimentais e atitudinais por meio destas atividades. Estas intenções se explicitaram durante as reuniões periódicas, mantidas com os professores, para a realização de discussões teóricas e metodológicas sobre as ADRP, configurando-se em proposições de ensino.

Durante as entrevistas, os professores sinalizaram que seus alunos aprenderam e/ou apresentaram uma evolução na aprendizagem de vários procedimentos e de várias atitudes. Esta constatação foi confirmada por meio da análise das ADRP acompanhadas. Na tabela abaixo, listamos os procedimentos e as atitudes que, segundo os professores, foram desenvolvidos/aprendidos por seus alunos com o desenvolvimento das ADRP. Esta listagem está organizada em graus de aprendizagem, ou seja, de acordo com a percepção de uma maior aprendizagem e/ou maior evolução apresentada.

Tabela 07: Listagem de conteúdos procedimentais e atitudinais de acordo com seus graus de aprendizagem

Conteúdos Procedimentais Aprendidos pelos Alunos	Conteúdos Atitudinais Aprendidos pelos Alunos
<i>Grande evolução e/ou grau de aprendizagem</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Procedimentos relativos às etapas da estratégia de resolução; • Representação gráfica ou de desenhos. • Realização de questionamentos. • Registro escrito da resolução praticada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Participação ativa e crítica na troca de idéias. • Dedicção e empenho no trabalho conjunto. • Busca de acordos. • Que os problemas de física não precisam, necessariamente, ser resolvidos da mesma forma nem ter o mesmo resultado. • Autonomia frente às solicitações e às tarefas propostas.
<i>Média evolução e/ou médio grau de aprendizagem</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Busca de informações. • Utilização/aplicação das informações recolhidas. • Comparação e/ou aplicação dos problemas a situações reais. • Utilização de linguagem matemática (numérica, algébrica e geométrica). • Estabelecimento de relações entre os conceitos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Enfrentamento equilibrado de confrontos de pontos de vista diferentes mediante discussão/diálogo. • Adequação e pertinência em sala de aula. • Respeito com os colegas e com o professor.
<i>Pouca evolução e/ou baixo grau de aprendizagem</i>	
<ul style="list-style-type: none"> • Verbalização da resolução praticada; • Seleção de diferentes informações; • Argumentação e defesa de sua resolução. 	<ul style="list-style-type: none"> • Participação efetiva na divisão de tarefas e de responsabilidades; • Consciência de que há objetivos comuns; • A ciência/física é um conhecimento que evolui e não um conhecimento absoluto e acabado; • Cuidado e respeito com a mobília da sala de aula e com a escola, de forma geral.

Os indicadores utilizados pelos professores para avaliar a aprendizagem de procedimentos e de atitudes foram: 1) percepção de uma evolução significativa nas resoluções praticadas pelos alunos; 2) crescimento da autonomia dos alunos no processo de resolução das situações-problema e 3) utilização, pelos alunos, destes conteúdos procedimentais e atitudinais aprendidos em outras atividades didáticas.

Ao questionarmos os professores sobre as atividades didáticas, desenvolvidas por eles, nas quais foi possível identificar a utilização de procedimentos e atitudes trabalhadas nas ADRP, estes mencionaram as seguintes:

- Atividades Experimentais: elaboração de hipóteses e estratégias de desenvolvimento; análise mais cuidadosa durante todas as etapas de desenvolvimento do experimento; registro de informações, observações e análise das conclusões obtidas; trabalho em grupo e troca de idéias.
- Leitura e Discussão de Textos: análise mais qualificada do texto; realização de questionamentos; elaboração de sínteses e troca de idéias.
- Atividades de resolução de problemas tradicionais (enunciados fechados): leitura cuidadosa e análise do enunciado, visando sua interpretação; procura de formas diferenciadas de resolução; elaboração de desenhos e/ou representações gráficas dos problemas; procura de auxílio dos colegas; manifestação de uma maior autonomia em relação à ajuda do professor para a resolução deste tipo de problemas.
- Atividades de Avaliação envolvendo situações-problema de enunciados abertos, com uma intenção de avaliar os conhecimentos já desenvolvidos pelos alunos e os

conhecimentos ainda necessários e que deverão ser trabalhados por meio de atividades futuras.

É importante frisar aqui que nos módulos didáticos elaborados pelo GTPF houve uma preocupação com a incorporação de diferentes tipos de atividades, dependendo do recurso didático em que estavam baseadas. Dentre elas estavam as Atividades baseadas em Experimento, em Leitura e Discussão de Textos e em Analogias. Por conseguinte, todas essas atividades possuem uma organização e uma elaboração própria em que se prevê sua forma de desenvolvimento em sala de aula. Este desenvolvimento em aula, por sua vez, envolve determinados procedimentos e atitudes, mesmo que nestas outras atividades didáticas não haja uma intenção tão explícita em relação ao ensino de procedimentos e atitudes como há nas ADRP.

Neste sentido, a percepção manifestada pelos professores sobre a utilização de determinados procedimentos e atitudes nas Atividades Experimentais e nas atividades de Leitura e Discussão de Textos como sendo decorrência exclusiva do desenvolvimento das ADRP deve ser, em parte, relativizada. O que merece destaque é que uma atividade didática propicia e auxilia um melhor desenvolvimento das outras devido à existência de um conjunto de conteúdos procedimentais e atitudinais comum a estas diferentes atividades.

Dessa forma, é possível pensar numa extensão da perspectiva investigativa presente nas ADRP para as outras atividades didáticas¹³. Porém, como frisaram os professores durante a entrevista, isso exigirá um amplo trabalho de planejamento destas atividades, realizado coletivamente com os docentes das escolas e, ao mesmo tempo, demandará um trabalho de preparação/formação didático-pedagógica destes últimos.

¹³ Há trabalhos, já mencionados no capítulo 2, que sinalizam para essa perspectiva de ensino-aprendizagem.

Podemos sinalizar, ainda, que para o desenvolvimento das ADRP em sala de aula, uma forma de trabalho coesa com nossos resultados consiste no professor estimular a troca de idéias e a manifestação de dúvidas entre os alunos, por meio da mediação e orientação dos pequenos grupos. Dessa forma, poderá levar perguntas que surgem num determinado grupo para os outros, provocando um debate e favorecendo uma sucessiva socialização de resultados. É por meio deste esforço do professor, em conjunto com os alunos, que estes últimos estarão se preparando para o desenvolvimento de sua autonomia, resultando numa maior participação em sua própria aprendizagem.

A superação das dificuldades enfrentadas no desenvolvimento das ADRP em sala de aula demandou tempo uma vez que haviam vários conhecimentos envolvidos e a aprendizagem destes ocorreu de forma gradual. No entanto, por meio de vivências contínuas com atividades didáticas desta natureza, foi possível observar evoluções significativas nas resoluções praticadas pelos alunos. Os professores, durante as entrevistas, também afirmaram ter percebido ao longo do tempo avanços nestas atividades.

O desenvolvimento de ADRP numa perspectiva investigativa tem permitido aos alunos apresentarem e justificarem suas próprias resoluções, promovendo a eles um contínuo envolvimento ao longo de todo processo. Dessa forma, além de propiciar um melhor entendimento conceitual da Física, as ADRP têm contribuído consideravelmente para a formação de uma postura autônoma de contínua busca de conhecimentos. Podemos afirmar então que as ADRP, trabalhadas nesta perspectiva, abarcando conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, proporcionam um ambiente mais adequado para uma aprendizagem significativa para os alunos.

BIBLIOGRAFIA

ANTA TORRES, G. de; MANRIQUE DEL CAMPO, M. J.; RUIZ GONZÁLEZ, M. L. Noticias para plantear problemas. In: **Alambique**, Barcelona: Graó, n.5, p.59-66, 1995.

BANDIERA, M.; DUPRÊ, F.; et al. Una investigación sobre habilidades para el aprendizaje científico. In: **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona: UAB/UV, v.13, n.1, p.46-54, 1995.

BAQUERO, Ricardo. **Vygotsky e a aprendizagem escolar**. Tradução: Ernani F. da Fonseca Rosa. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

BARROS, Marcelo Alves. **Análise de experiências didáticas com grupos de aprendizagem em física**. São Paulo: USP, Faculdade de Educação, 2002. (Tese de Doutorado).

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, n.12, 1994. (Coleção Ciências da Educação).

BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Resolução nº 3, Brasília: MEC/CNE/CEB, 1998. (CD-Rom Diretrizes Curriculares da Educação Básica).

BRASIL. **Documento Básico 2000 - ENEM**. In: <<http://www.inep.gov.br/enem>>. (Acessado em maio de 2003).

BRASIL. **LDB - Lei de Diretrizes e Base**, Lei Federal nº. 9.394, 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (5ª a 8ª séries, Ensino Fundamental)**. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais** (Ensino Médio, parte III): Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: Secretaria de Educação Média e Tecnológica: MEC/SEMT, 1999.

BUSTAMONTE, Joaquín D. de. Aprender ciencias, hacer ciencias: resolver problemas en clase. In: **Alambique**, Barcelona: Graó, n.20, p.9-16, 1999.

CABALLER, M. Jesús; GIMÉNEZ, Inés; MADRID, Antonia. La enseñanza de la biología y la resolución de problemas. In: **Alambique**, Barcelona: Graó, 5, p. 53-58, 1995.

CAMPANARIO, Juan Miguel. El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias: estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno. In: **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona: UAB/UV, v.18, n.3, p.369-380, 2000.

CARRASCOSA ALÍS, Jaime. Trabajos prácticos de física y química como problemas. In: **Alambique**, Barcelona: Graó, n.5, p.67-76, 1995.

CARVALHO, Maria Cecília M. de (org.). **Construindo o saber – Metodologia científica: fundamentos e técnicas**. 9ª ed. Campinas: Papirus, 2000.

CARVALHO, Anna Maria P. de (coord.), et al. **Termodinâmica um ensino por investigação**. São Paulo: Faculdade de Educação da USP, 1999.

CLAXTON, Guy. **Educar Mentes Curiosas: el reto de la en la escuela**. Madrid: Visor, 1991.

COLL, César; VALLS, Enric. A aprendizagem e o ensino de procedimentos. In: COLL, C.; et al. **Os conteúdos na reforma: ensino e**

aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

CONTRERAS, L. C. La resolución de problemas: ¿una panacea metodologica? In: **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona: UAB/UV, v.5 n.1, p.49-52, 1987.

CORTELLA, Mário Sérgio. **A escola e o conhecimento: fundamentos epistemológicos e políticos.** 2ª ed. São Paulo: Cortez, 1999. (Coleção Prospectiva, n. 5).

COSTA, Sayonara S. Cabral da; MOREIRA, Marco A. Resolução de problemas I: diferenças entre novatos e especialistas. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre: IF/UFRGS, v.1, p.24-41, 1996.

COSTA, Sayonara S. Cabral da; MOREIRA, Marco A. Resolução de problemas II: propostas de metodologias didáticas. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre: IF/UFRGS, v.1, p.42-63, 1996.

COSTA, Sayonara S. Cabral da; MOREIRA, Marco A. Resolução de problemas III: fatores que influenciam na resolução de problemas em sala de aula. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre: IF/UFRGS, v.1, p.65-103, 1996.

COSTA, Sayonara S. Cabral da; MOREIRA, Marco A. Resolução de problemas IV: estratégias para resolução de problemas. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre: IF/UFRGS, v.1, p.105-134, 1996.

CUDMANI, L. C. de. La resolución de problemas en el aula. In: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v.20, n.1, p.75-85, 1998.

CHI, Micheline T. H.; GLASER, Robert. **As capacidades intelectuais humanas.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1992.

DEL CARMEN, L. M. **Investigación del medio y aprendizaje**. Barcelona: Graó, 1997. (Coleção Biblioteca Del Maestro).

DEL CARMEN, L. M. La elaboración de proyectos curriculares de centro en el marco de un currículo de ciencias abierto. In: **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona: UAB/UV, v.8, n.1, p.37-45, 1990.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José A. **Física**. Série geral. São Paulo: Cortez, 1991. (Coleção magistério. 2º grau).

DELORS, Jacques. **Educação: um tesouro a descobrir**. São Paulo: Cortez; Brasília: MEC: UNESCO, 1998.

DEWEY, John. **Experiência e natureza: Lógica – a teoria da investigação: A arte como experiência: Vida e Educação: Teoria da vida moral**. Tradução de Murilo O. R. P. Leme; Anísio S. Teixeira; Leônidas G. de Carvalho. São Paulo: Abril Cultura, 1980. (Coleção Os Pensadores).

DOMINGOS, Ana M.; NEUES, Isabel P.; GALHARDO, Luísa. **Uma forma de estruturar o ensino e a aprendizagem**. Lisboa: Livros Horizonte, 1987.

ESCUADERO, Consuelo. Los procedimientos en resolución de problemas de alumnos de 3º ano: caracterización a través de entrevistas. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre: IF/UFRGS, v.1 n.3, p.1241-256, 1996.

ESCUADERO, Consuelo. Resolución de problemas en Física: herramienta para reorganizar significados. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis: UFSC, v.12 n.02, p.95-106, 1995.

ESCUADERO, Consuelo; FLORES, Sonia Gonzalez de. Resolución de problemas en nivel medio: un cambio cognitivo y social. In: **Investigações**

em **Ensino de Ciências**, Porto Alegre: IF/UFRGS, v.1 n.2, p.155-175, 1996.

FREIRE, Madalena (org.). **Tarefa e a construção do conhecimento**. São Paulo: Artcolor, 1998. (Série: Cadernos de Reflexão).

FREIRE, Madalena, et al. **Grupo indivíduo, saber e parceria: malhas do conhecimento**. São Paulo: Artcolor, 1997a. (Série: Seminários).

FREIRE, Madalena, et al. **Avaliação e planejamento: a prática educativa em questão**. São Paulo: Artcolor, 1997b. (Série: Seminários).

FREIRE, Madalena, et al. **Observação, Registro, Reflexão: instrumentos metodológicos I**. São Paulo: Artcolor, 1996. (Série: Seminários).

FURIÓ, Carlos J.; ITURBE, Jacinto; REYES, José V. ¿Quanto contaminará una central térmica que funciona com fuel? In: **Alambique**, Barcelona: Graó, n.5, p.27-36, 1995.

GARCIA VÁZQUEZ, Rosa Marina; FAVIERES MARTÍNEZ, Ana. Aprender y enseñar problemas de física y química: una propuesta metodológica mas. In: **Alambique**, Barcelona: Graó, n.5, p.46-52, 1995.

GARCÍA, Eduardo J. **Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares**. Sevilla: Díada, 1998a.

GARCÍA, Eduardo J. A natureza do conhecimento escolar: transição do cotidiano para o científico ou do simples para o complexo? In: RODRIGO, M. J.; ARNAY, José (orgs.). **Conhecimento cotidiano, escolar e científico: representação e mudança**. São Paulo: Ática, 1998b.

GARRET, Roger M. Resolver problemas en la enseñanza de las ciencias. **Alambique**, Barcelona: Graó, n.5, p.6-15, 1995.

GIL PÉREZ, Daniel, et al. Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz e papel y realización de prácticas de laboratorio? In: **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona: UAB/UV, v.17, n.2, p.311-320, 1999.

GIL PÉREZ, Daniel, et al. Vamos a atravesar una calle de circulación rápida y vemos venir un coche: pasamos o nos esperamos? Un exemplo de tratamiento de situaciones problemáticas abiertas. In: **Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales**, Barcelona, n.7, p.71-80, 1993.

GIL PÉREZ, Daniel; et al. Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis: UFSC, v.9 n.1, p.07-19, 1992.

GIL PÉREZ, Daniel. New trends in science education. In: **International Journal of Science Education**, Londres: Taylor & Francis, v.18 n.8, p.889-901, 1996.

GIL PÉREZ, Daniel. Contribución de la historia e de la filosofía de las ciências al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. In: **Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona, v.11 n.2, 197-212, 1993.

GIL PÉREZ, Daniel. Três paradigmas básicos em la enseñanza de lãs ciências. In: **Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona: UAB/UV, v.1 n.1, p.26-33, 1983.

GIL PÉREZ, Daniel; MARTÍNEZ TORREGROSA, Joaquín. Cómo evaluar si se “hace” ciencia en el aula? In: **Alambique**, Barcelona: Graó, n.20, p.17-27, 1999.

GIL PÉREZ, Daniel; MARTÍNEZ TORREGROSA, Joaquín; SENENT PÉREZ, F.. El fracaso em la resolucion de problemas de física: uma

investigación orientada por nuevos supuestos. In: **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona: UAB/UV, v.6 n.2, p.131-146, 1988.

GIL PÉREZ, Daniel; MARTÍNEZ TORREGROSA, Joaquín. **La Resolución de Problemas de Física: Una Didáctica Alternativa**. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia: ed. Vicens-vives, 1987.

GIL PÉREZ, Daniel; MARTÍNEZ TORREGROSA, Joaquín. A model for problem-solving in accordance with scientific methodology. In: **International Journal of Science Education**, Londres: Taylor & Francis, v.5 n.4, p.447-455, 1983.

GIL PÉREZ, Daniel; VALDÉS CASTRO, P. La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. In: **Enseñanza de las Ciencias**. Barcelona: UAB/UV, v.14 n.2, p.155-163, 1996.

GLAISER, Marcelo. Por que ensinar Física?. In: **Física na Escola**, São Paulo: SBF, v.1 n.3, p.4-5, 2003.

GÓMEZ-GRANELL, Carmen. Rumo a uma epistemologia do conhecimento escolar: o caso da educação matemática. In: RODRIGO, M. J.; ARNAY, José (orgs.). **Domínios do conhecimento, prática educativa e formação de professores**. São Paulo: Ática, 1998.

GUIMARÃES, Luiz A. A física moderna e a história da física no currículo de 2 grau. In: III Escola de Verão para Licenciados. **Impressos do Evento**. Rio de Janeiro: Centro de Ciências do Estado do Rio de Janeiro: SBF: Sec. Reg. RJ, 1996.

JONHSTONE, A. H.; HOGG, W. R.; ZIANE, M. A working memory model applied to physics problem solving. In: **International Journal of Science Education**, Londres: Taylor & Francis, v.15 n.6, p.663-672, 1993.

KNELLER, George F. **A ciência como atividade humana**. Tradução: Antonio José de Souza. Rio de Janeiro: Zahar, São Paulo: EDUSP, 1980.

LABURÚ, Carlos E.; SILVA, Dirceu da; CARVALHO, A.M.P. Analisando uma situação de aula de termodinâmica com o auxílio de vídeo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo: SBF, v.22 n.1, p.100-105, 2000.

LANG DA SILVEIRA, Fernando; MOREIRA, Marco Antônio; AXT, Rolando. Habilidad en preguntas conceptuales y en resolución de problemas de física. In: **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona: UAB/UV, v.10 n.1, p.58-62, 1992.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. **Conhecimento escolar: ciência e cotidiano**. Rio de Janeiro: Editora UERJ, 1999.

LOPES, B.; COSTA, N. Modelo de enseñanza-aprendizaje centrado en la resolución de problemas: fundamentación, presentación e implicaciones educativas. In: **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona: UAB/UV, v.14 n.1, p.45-61, 1996.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MARTÍNEZ LOSADA, Cristina, et al. Los problemas de lápiz e papel en la formación de profesores. In: **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona: UAB/UV, v.17, n.2, p.211-225, 1999.

MAZZOTTI, Alda; GEWANDSZNAJDER, Fernando. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**. São Paulo: Pioneira, 1998.

MEIRIEU, P. **Aprender... Sim, mas como?** Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

MENEZES, Luís Carlos de. Uma Física para o novo Ensino Médio. In: **Física na Escola**, São Paulo: SBF, v.1 n.1, p.6-7, 2000.

MISHNE, Judith Marks. **A curva da aprendizagem: elevando a competência acadêmica e social**. Tradução: Marcos A. G. Domingues. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999.

MORAIS, Ana Maria; FONTINHAS, Fernanda; NEVES, Isabel. Regras de reconhecimento e de realização na resolução de Problemas. In: **Revista de Educação**, Lisboa: FE/UL, v. 3, n.1, p.105-124, 1993.

MORATÓ, Jordi Cortés; RIU, Antoni Martínez. **Dicionário de Filosofia**. 2ª ed. Barcelona: Empresa Editorial Herder, 1998. (cd-rom. Multimídia Viewer, versão 2.00).

MOREIRA, Marco A. Ensino de física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. In: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo: SBF, v.22 n.1, p.94-99, 2000.

MOREIRA, Marco A. Sobre o ensino do método científico. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis: UFSC, v.10 n.2, p.106-117, 1993.

MOREIRA, Marco A.; AXT, Rolando. A questão das ênfases curriculares e a formação do professor de ciências. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis: UFSC, v.3 n.2, p.66-78, 1986.

MOREIRA, Marco A.; MASINI, E. F. Salzano. **Aprendizagem significativa: a teoria de Devid Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

NETO, A. J. Factores psicológicos de insucesso na resolução de problemas de física: uma amostra significativa. In: **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona: UAB/UV, v.9 n.3, p.275-280, 1991.

NEWMAN, Fred; HOLZMAN, Lois. **Lev Vygotsky: cientista revolucionario**. Tradução: Marcos Bagno. São Paulo: Edições Loyola, 2002.

PÁDUA, Elisabete M. M. de. **Metodologia da pesquisa: abordagem teórico-prática**. Campinas: Papirus, 1996. (Coleção Magistério: Formação e trabalho pedagógico).

PANTOJA, A. El sistema de resolución de problemas CP²c². In: <<http://www.roble.pntic.mec.es/~apantoja/metodolo/prolem2.htm>>. (Acessado em 05/11/2002).

PEDUZZI, Luiz O. Q. Sobre a resolução de problemas no ensino da física. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis: UFSC, v.14 n.3, p.229-253, 1997.

PEDUZZI, Luiz O. Q. Solução de problemas e conceitos intuitivos. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis: UFSC, v.4 n.1, p.17-24, 1987.

PEDUZZI, Luiz O. Q.; MOREIRA, Marco Antonio. Solução de problemas em Física: um estudo sobre a influência da estrutura cognitiva. In: **Revista Brasileira de Física**, São Paulo: SBF, v.11 n.4, p.1085-1102, 1981.

PEDUZZI, Luiz O. Q.; MOREIRA, Marco Antonio. Solução de problemas em Física: um estudo sobre o efeito de uma estratégia. In: **Revista Brasileira de Física**, São Paulo: SBF, v.11 n.4, p.1067-1083, 1981.

PEDUZZI, Luiz O. Q.; ZYLBERSTAJN, Arden. As concepções espontâneas, a resolução de problemas e a história da ciência numa seqüência de conteúdos em mecânica: o referencial teórico e a receptividade de estudantes universitários à abordagem histórica da relação força e movimento. In: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo: SBF, v.14 n.4, p.239-246, 1992.

PERALES PALACIOS, F. J. La Resolución de Problemas: Una Revisión Estructurada. In: **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona: UAB/UV, v.11 n.2, p.170-178, 1993.

PESA, Marta A.; OSTERMANN, Fernanda. La ciencia como actividad de resolución de problemas: la epistemología de Larry Laudan y algunos aportes para las investigaciones educativas en ciencias. In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis: UFSC, v.19, número especial, p.84-89, 2002.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 1997.

POMÉS RUIZ, J. La metodología de resolución de problemas y el desarrollo cognitivo: un punto de vista postpiagetiano. In: **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona: UAB/UV, v.9 n.1, p.78-82, 1991.

PORLÁN, Rafael; Martín, J. **El diario del professor: un recurso para la investigación en la aula**. Sevilla: Díada, n.6, 1997. (Coleção Investigación y Enseñanza).

POZO, J. I.; POSTIGO, Y.; CRESPO, M. Á. G. Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas en ciencias. **Alambique**, Barcelona: Graó, n.5, p.16-26, 1995.

POZO, Juan Ignacio (org.). **A solução de Problemas: Aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

POZO, Juan Ignacio. A aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos. In: COLL, C.; et al. **Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

PRO BUENO, Antonio; SAURA, Octavio. Qué contenidos conceptuales utilizan los profesores cuando planifican unidades didácticas en la educación secundaria? In: **Alambique**, Barcelona: Graó, n.24, p.87-98, 2000.

PRO BUENO, Antonio de. Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias? In: **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona: UAB/UV, v.16 n.1, p.21-41, 1998.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, M. A. G. **Aprender y Enseñar Ciencia**. Madrid: Editora Morata, 1998.

PRO BUENO, Antonio de. Cómo pueden secuenciarse contenidos procedimentales? In: **Alambique**, Barcelona: Graó, n.14, p.49-59, 1997.

PRO BUENO, Antonio de. Reflexiones para la selección de contenidos procedimentales en ciencias. In: **Alambique**, Barcelona: Graó, n.6, p.77-87, 1995.

REGO, Tereza Cristina. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. Petrópolis: Vozes, 1995.

REIGOSA, Carlos E.; JIMÉNEZ, Maria Pilar. Interacciones de los Estudiantes Durante la Resolución de un Problema: Estudio de caso. In: **Alambique**, Barcelona: Graó, n.30, p.75-80, 2001.

ROBERTS, D. A. Developing the concept of “curriculum emphases” in science education. In: **Science Education**, v.66, n.2, p.243-260, 1982.

ROMERO AYALA, F.. Una Pequeña Reflexión sobre los Problemas de Investigación de la Didáctica de las Ciencias. In: **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona: UAB/UV, v.16, n.1, p.171-174, 1998.

RUÍZ, Ángel M. A.; QUESADA, José C.; RODRIGUEZ, José F. G. Prueba inicial para ver el conocimiento que tiene el alumnado sobre procedimientos. In: **Alambique**, Barcelona: Graó, n.13, p.71-81, 1997.

SÁNCHEZ JIMÉNEZ, José M. Comprender el enunciado. Primera dificultad en la resolución de problemas. In: **Alambique**, Barcelona: Graó, n.5, p.37-45, 1995.

SANTA, Carol Minnick; ALVERMANN, Donna E. (orgs.) **Una didáctica de las ciencias: processos y aplicaciones**. 3ª ed. Argentina: Aique, 1994.

SARABIA, Bernabé. A aprendizagem e o ensino de atitudes. In: COLL, C.; et al. **Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000.

SEGURA, Dino de J.; MOLINA, Adela; PEDREROS, Rosa I. **Actividades de investigación en la clase de ciencias**. Sevilla: Díada, n.14, 1997. (Coleção Investigación y Enseñanza).

SILVA, Sebastião Franco da. **O uso de problemas no ensino de ciências a crianças: que sentido tem para o professor?** Natal: UFRN, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, 2002. (Dissertação de Mestrado).

STRIEDER, Dulce M. **Atualização curricular e ensino de física na escola média**. Santa Maria: UFSM, Centro de Educação, 1998. (Dissertação de Mestrado).

TACONIS, R.; FERGUSON-HESSLER, M. G. M.; BROEKKAMP, H. Teaching science problem solving: an overview of experimental work. In: **Journal of Research in Science Teaching**, v.38, n.4, p.442-468, 2001.

TERRAZZAN, Eduardo. Grupo de Trabalho de Professores de Física: articulando a produção de atividades didáticas, a formação de professores e a pesquisa em educação. In: Vianna, D. M.; Peduzzi, L. O. Q.; Borges,

O. N.; Nardi, R. (orgs.). VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. **Atas do Evento**. São Paulo: SBF, 2002. (CD-Rom, arquivo: SC1_3.pdf).

TERRAZZAN, E. A.; HERNANDES, C. L.; CHAVES, T. V. Currículo e mudança didática em sala de aula: acompanhando a prática pedagógica de professores em serviço. In: Abib, M.L.S, et al. (orgs). VII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. **Atas do evento**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2000. (CD-ROM, arquivo: c053-193.pdf) (texto 15p).

TERRAZZAN, E. A.; HERNANDES, C. L.; CHAVES, T. V. Participando em grupos de trabalho, atualizando currículos e transformando a prática pedagógica. In: II Congreso Iberoamericano de Educación en Ciências Experimentales. **Atas do evento**, Córdoba, 2000. (arquivo: T2-050.doc) (texto 3p).

TERRAZZAN, Eduardo A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis: UFSC, v.9 n.3, p.209-214, 1992.

TERRAZZAN, Eduardo A. **Perspectivas para a inserção de física moderna na escola média**. São Paulo: USP, Faculdade de Educação, 1994. (Tese de Doutorado).

TSALLIS, Constantino. Física, por que fazê-la? In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis: UFSC, v.9 n.1, p.67-90, 1997.

USTRA, Sandro Rogério V. **Condicionantes para a Formação Permanente de Professores de Física no Âmbito de um Curso de Atualização e Aperfeiçoamento**. Santa Maria: UFSM, Centro de Educação, 1997. (Dissertação de Mestrado).

VASCONCELLOS, Celso dos Santos. **Superação da lógica classificatória e excludente da avaliação – do “é proibido reprovar”**

ao é preciso garantir a aprendizagem. São Paulo: Libertad, 1998.
(Coleção Cadernos Pedagógicos do Libertad, v. 5).

WILLIAM, Leonard J., et al. Resolución de problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la física. In: **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona: UAB/UV, v.20, n.3, p.387-400, 2002.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar.** 1ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

ANEXO I

Conjunto de competências e habilidades tomadas como base para elaboração das provas do Exame Nacional de Ensino Médio (ENEM).

ENEM – COMPETÊNCIAS

- I. Dominar a norma culta da Língua Portuguesa e fazer uso das linguagens matemática, artística e científica.
- II. Construir e aplicar conceitos das várias áreas do conhecimento para a compreensão de fenômenos naturais, de processos histórico-geográficos, da produção tecnológica e das manifestações artísticas.
- III. Selecionar, organizar, relacionar, interpretar dados e informações representados de diferentes formas, para tomar decisões e enfrentar situações-problema.
- IV. Relacionar informações, representadas em diferentes formas, e conhecimentos disponíveis em situações concretas, para construir argumentação consistente.
- V. Recorrer aos conhecimentos desenvolvidos na escola para elaboração de propostas de intervenção solidária na realidade, respeitando os valores humanos e considerando a diversidade sociocultural.

ENEM – HABILIDADES

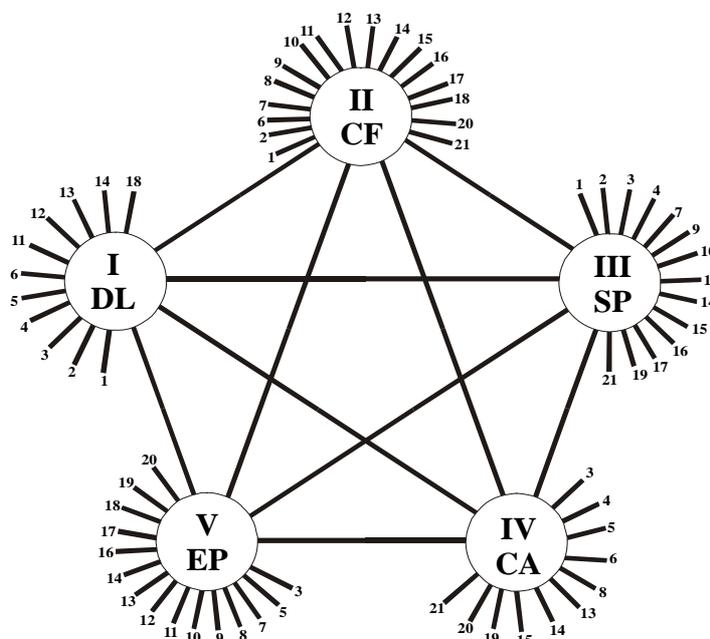
1. Dada a descrição discursiva ou por ilustração de um experimento ou fenômeno, de natureza científica, tecnológica ou social, identificar variáveis relevantes e selecionar os instrumentos necessários para realização ou interpretação do mesmo.
2. Em um gráfico cartesiano de variável socioeconômica ou técnico-científica, identificar e analisar valores das variáveis, intervalos de crescimento ou decréscimo e taxas de variação.
3. Dada uma distribuição estatística de variável social, econômica, física, química ou biológica, traduzir e interpretar as informações disponíveis, ou reorganizá-las, objetivando interpolações ou extrapolações.
4. Dada uma situação-problema, apresentada em uma linguagem de determinada área de conhecimento, relacioná-la com sua formulação em outras linguagens ou vice-versa.
5. A partir da leitura de textos literários consagrados e de informações sobre concepções artísticas, estabelecer relações entre eles e seu contexto histórico, social, político ou cultural, inferindo as escolhas dos temas, gêneros discursivos e recursos expressivos dos autores.

6. Com base em um texto, analisar as funções da linguagem, identificar marcas de variantes lingüísticas de natureza sociocultural, regional, de registro ou de estilo, e explorar as relações entre as linguagens coloquial e formal.
7. Identificar e caracterizar a conservação e as transformações de energia em diferentes processos de sua geração e uso social, e comparar diferentes recursos e opções energéticas.
8. Analisar criticamente, de forma qualitativa ou quantitativa, as implicações ambientais, sociais e econômicas dos processos de utilização dos recursos naturais, materiais ou energéticos.
9. Compreender o significado e a importância da água e de seu ciclo para a manutenção da vida, em sua relação com condições socioambientais, sabendo quantificar variações de temperatura e mudanças de fase em processos naturais e de intervenção humana.
10. Utilizar e interpretar diferentes escalas de tempo para situar e descrever transformações na atmosfera, biosfera, hidrosfera e litosfera, origem e evolução da vida, variações populacionais e modificações no espaço geográfico.
11. Diante da diversidade da vida, analisar, do ponto de vista biológico, físico ou químico, padrões comuns nas estruturas e nos processos que garantem a continuidade e a evolução dos seres vivos.
12. Analisar fatores socioeconômicos e ambientais associados ao desenvolvimento, às condições de vida e saúde de populações humanas, por meio da interpretação de diferentes indicadores.
13. Compreender o caráter sistêmico do planeta e reconhecer a importância da biodiversidade para preservação da vida, relacionando condições do meio e intervenção humana.
14. Diante da diversidade de formas geométricas planas e espaciais, presentes na natureza ou imaginadas, caracterizá-las por meio de propriedades, relacionar seus elementos, calcular comprimentos, áreas ou volumes, e utilizar o conhecimento geométrico para leitura, compreensão e ação sobre a realidade.
15. Reconhecer o caráter aleatório de fenômenos naturais ou não e utilizar em situações-problema processos de contagem, representação de frequências relativas, construção de espaços amostrais, distribuição e cálculo de probabilidades.

16. Analisar, de forma qualitativa ou quantitativa, situações-problema referentes a perturbações ambientais, identificando fonte, transporte e destino dos poluentes, reconhecendo suas transformações; prever efeitos nos ecossistemas e no sistema produtivo e propor formas de intervenção para reduzir e controlar os efeitos da poluição ambiental.
17. Na obtenção e produção de materiais e de insumos energéticos, identificar etapas, calcular rendimentos, taxas e índices, e analisar implicações sociais, econômicas e ambientais.
18. Valorizar a diversidade dos patrimônios etnoculturais e artísticos, identificando-a em suas manifestações e representações em diferentes sociedades, épocas e lugares.
19. Confrontar interpretações diversas de situações ou fatos de natureza histórico-geográfica, técnico-científica, artístico-cultural ou do cotidiano, comparando diferentes pontos de vista, identificando os pressupostos de cada interpretação e analisando a validade dos argumentos utilizados.
20. Comparar processos de formação socioeconômica, relacionando-os com seu contexto histórico e geográfico.
21. Dado um conjunto de informações sobre uma realidade histórico-geográfica, contextualizar e ordenar os eventos registrados, compreendendo a importância dos fatores sociais, econômicos, políticos ou culturais.

Competências:

- I. Dominar linguagens (DL)
- II. Compreender fenômenos (CF)
- III. Enfrentar situações-problema (SP)
- IV. Construir argumentação (CA)
- V. Elaborar propostas (EP)



ANEXO II

Roteiro utilizado para a realização da entrevista com os professores.

ROTEIRO DE QUESTÕES PARA ENTREVISTA COM OS PROFESSORES COLABORADORES

Nome: _____

Aspectos relativos a sua formação e à escola

1. Sobre sua formação superior:

a) Qual o curso: _____

b) Qual a instituição: _____

c) Ano de início e conclusão: _____

2. Escola que trabalha (nome): _____

Séries	Nº de aulas semanais p/ série	Nº de turmas assumidas	Nº médio de alunos
1ª			
2ª			
3ª			

3. Tempo de magistério nesta escola? Tempo total de magistério?

Opiniões, Reflexões e sugestões sobre a implementação de Atividades Didáticas de Resolução de Problemas (ADRP) em sala de aula

4. Quais foram as maiores dificuldades que você encontrou para o desenvolvimento das ADRP? Comente-as.

5. Você acredita que elas foram superadas? Ou você acredita que algumas ainda persistam

6. Qual a sua opinião sobre a utilização das ADRP em aulas de física? (Ou, que funções você acredita que elas podem desempenhar no ensino de física?)

7. Como você avalia o potencial didático deste tipo de atividades para o trabalho com conteúdos procedimentais e atitudinais?
8. Que procedimentos você procurou ensinar mediante o uso de ADRP?
9. Que atitudes você procurou ensinar mediante o uso de ADRP?
10. O que você acredita que os alunos tenham aprendido/desenvolvido por meio das ADRP em termos de:
Procedimentos:

Atitudes:
11. Você consegue avaliar se os alunos passaram a utilizar, em outras atividades, os conteúdos procedimentais e atitudinais aprendidos nas ADRP desenvolvidas em aula? Identifique e comente.
12. Você consegue identificar mudanças na forma dos alunos praticarem a resolução de problemas/exercícios tradicionais (com enunciados fechados) após eles terem participado do desenvolvimento de algumas ADRP? Identifique e comente.
13. Como os alunos reagiram, inicialmente, à mudança na forma de apresentação dos “problemas” (enunciados abertos)? Comente.
14. Após participar do desenvolvimento de algumas ADRP, como você avalia o desempenho dos alunos na resolução de “problemas abertos”?
15. Aponte as principais vantagens e desvantagens percebidas no desenvolvimento das ADRP nas suas aulas. Comente estas vantagens e desvantagens tendo em vista:
Sua prática docente:

A aprendizagem dos alunos:

16. Da sua experiência com o desenvolvimento das ADRP em aulas de física, que sugestões você poderia indicar para propiciar um uso efetivo destas atividades em sala de aula? (Pedir para qualificar o termo “efetivo”).

17. Em que medida a perspectiva investigativa presente nas ADRP poderia ser estendida para outras atividades didáticas? Comente e Justifique.

Procedimentos e atitudes no Ensino de Física

18. Como você avalia a possibilidade de se ensinarem procedimentos e atitudes por meio das atividades didáticas cotidianas em sala de aula? (Para responder esta pergunta você imaginou uma aula de física? Ou uma aula de qualquer outra disciplina? Ou a sua própria aula de física?).

19. Que dificuldades você avalia que devam ser enfrentadas quando um professor se propõe a ensinar procedimentos e atitudes em aulas de física? (De que forma estes conteúdos poderiam ser incorporados?).

20. Você chegou a enfrentar todas estas dificuldades? Comente.

ANEXO III

Conjunto de Atividades Didáticas de Resolução de Problemas elaboradas.

ADRP 01

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 02 horas-aula

Situações-Problema

1. Um síndico de um prédio residencial, preocupado com a grande incidência de raios, resolveu instalar um pára-raios no prédio. Como deverá instalar o pára-raios de modo que não aumente ainda mais o perigo de incidência de raios no prédio?
2. Ao atritarmos um canudinho de refresco com um pelego e o jogarmos na parede este fica "grudado". Como podemos explicar esta situação?

ADRP 02

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 03 horas-aula

Situações-Problema

1. Uma pessoa usa uma canoa para o transporte de carga de uma margem de um rio para a outra. Preocupada com o risco da canoa afundar, por excesso de carga, está frente a um dilema: qual o limite de carga que ela poderá transportar de uma só vez?
2. Um paciente de um hospital necessita de soro. Qual a altura mínima em relação ao braço do paciente que o frasco de soro poderá ser colocado?
3. Ocorreu um naufrágio de um navio e não se sabe as causas do acidente. Para investigar o acontecido contratou-se um perito que mergulha para procurar desvendar as causas do acidente, qual a pressão exercida sobre ele?

ADRP 03

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 02 horas-aula

Situações-Problema

1. Numa colisão entre um ônibus e um carro de passeio, qual a quantidade de movimento deles após o choque?
2. Um foguete após atingir a altura máxima explode fragmentando-se. Qual a velocidade com que o maior fragmento foi ejetado?

ADRP 04

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 02 horas-aula

Situações-Problema

1. Uma bala atinge um bloco de madeira sobre a mesa. Calcule sua velocidade após a colisão.
3. Um objeto caindo estoura em dois fragmentos. Qual será a velocidade de um deles?

ADRP 05

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 01 hora-aula

Situação-Problema

1. Supondo que uma família tenha reservado uma quantia de R\$ 100,00 reais para pagar a conta de luz mensal. Quanto tempo cada aparelho elétrico poderá ser utilizado durante o mês para a conta não passar do valor estipulado?

ADRP 06

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 02 horas-aula

Situações-Problema

1. Uma pessoa deseja colocar na parede de seu quarto um espelho plano onde ela possa ver sua imagem por inteiro. Para que isso seja possível quais as considerações a serem feitas no processo de instalação desse espelho?
2. Um estudante pretende projetar a imagem de um objeto numa tela, utilizando um espelho esférico. Para que a imagem projetada seja nítida, quais os cuidados que este estudante deve ter?

ADRP 07

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 02 horas-aula

Situações-Problema

1. Um turista estava olhando para o mar, da beira da praia, e percebeu que um jet ski conseguia passar de uma extremidade da praia para a outra, exatamente no intervalo entre as ondas. Qual a velocidade de propagação das ondas?
2. Instalou-se uma nova estação de rádio AM e FM na cidade. Agora, queremos saber: quantas vezes o comprimento das ondas AM são maiores ou menores que as FM?
3. Como seria possível realizar uma ação que impossibilitasse o funcionamento dos celulares nos presídios?

ADRP 08

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 02 horas-aula

Situações-Problema

1. Um gás armazenado num reservatório troca energia na forma de calor com a vizinhança. Qual a variação da energia interna deste gás?
2. Um motor que funciona em um ciclo de quatro tempos realiza trabalho apenas no terceiro, qual é o trabalho realizado por um destes motores?

ADRP 09

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 01 hora-aula

Situações-Problema

1. Um inventor divulga ter construído uma máquina térmica com rendimento de 50%. Em que condições esta máquina deve operar sem violar as Leis da Termodinâmica?

ADRP 10

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 02 horas-aula

Situações-Problema

1. Chuta-se uma bola verticalmente para cima. Qual será a altura máxima atingida?
2. Deseja-se lançar um objeto por cima de uma parede. Com que velocidade deve-se lançá-lo?

ADRP 11

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 02 horas-aula

Situações-Problema

1. Deixa-se cair um objeto do alto de um edifício. Determinar a velocidade com que se deve lançar outro objeto do chão para que se cruzem quando este último alcançar a altura máxima?
2. Um avião deixa cair um objeto. Em que ponto atingirá o chão?

ADRP 12

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 01 horas-aula

Situações-Problema

1. Um estudioso cavalo, ao ler e estudar as Leis de Newton, passou a questionar seu papel na sociedade. Como poderia puxar uma carroça, se de acordo com a Terceira Lei, esta o puxa para trás com a mesma força. Cabe a nós convencer o cavalo a permanecer na árdua tarefa de puxar a carroça.



ADRP 13

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 01 horas-aula

Situações-Problema

1. Um gaúcho esquentava água numa chaleira para tomar chimarrão. Quantas calorias serão necessárias para esquentar a água? E quantos gramas de gás serão necessários para o aquecimento da água?

ADRP 14

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 02 horas-aula

Situações-Problema

1. Qual a folga que um serralheiro deve deixar entre uma porta e seu marco para que esta possa ser aberta normalmente tanto no inverno quanto no verão?

ADRP 15

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 02 horas-aula

Situações-Problema

1. Um canudinho de refresco eletrizado por atrito estará com excesso de cargas positivas ou negativas?

ADRP 16

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 01 horas-aula

Situações-Problema

1. Em várias instalações tecnológicas são utilizados cabos de fibra óptica. Quais as vantagens de se utilizar a fibra óptica nestas instalações ao invés de utilizar fios de cobre ou alumínio?

ADRP 17

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 01 horas-aula

Situações-Problema

1. Como podemos explicar o surgimento do movimento nos motores elétricos?

ADRP 18

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 01 horas-aula

Situações-Problema

1. Qual a velocidade dos elétrons ejetados por uma superfície metálica após ocorrer o efeito fotoelétrico?

ADRP 19

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 01 horas-aula

Situações-Problema

1. Qual a variação da entropia de um gás após sofrer uma expansão?
2. Qual é o rendimento máximo de uma máquina térmica que é “abastecida” por uma caldeira?

ADRP 20

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 02 horas-aula

Situações-Problema

1. Um jovem que está passeando com seu carro na cidade se distrai ao trocar o cd do aparelho de som. Quando retorna a olhar para frente vê o sinal de transito fechado; ele atropelará os pedestres ou não?
2. Uma barca parte uma margem de um rio para atravessa-lo, em que ponto da outra margem chegará?

ADRP 21

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 02 horas-aula

Situações-Problema

1. Qual a velocidade máxima com que um carro poderá fazer uma curva sem derrapar?
2. Quando começará a resvalar uma escada apoiada numa parede?

ADRP 22

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 02 horas-aula

Situações-Problema

1. Quanto tempo levará um trem para atravessar um túnel?
2. Um automóvel ultrapassa o outro que está parado. Este último sai em sua perseguição. Onde se cruzarão?

ADRP 23

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 02 horas-aula

Situações-Problema

1. Quanto tempo levará a polícia para alcançar um automóvel que persegue?
2. Dois corredores estão dando voltas numa mesma pista circular. Onde se encontrarão?

ADRP 24

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 02 horas-aula

Situações-Problema

1. Na extremidade de uma barra apoiada no seu ponto de médio colocou-se um objeto. Onde deverá ser colocado um segundo objeto para que haja o equilíbrio?
2. Deixa-se cair um objeto num plano inclinado, que velocidade adquirirá?

ADRP 25

Atividade Didática de Resolução de Problema

Número de Aulas Previstas: 01 horas-aula

Situações-Problema

1. Onde uma pessoa deve-se parar para ouvir ao mesmo instante os sinos de duas igrejas que não soaram ao mesmo tempo?