

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CAMPUS JARAGUÁ DO SUL
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS DA NATUREZA COM HABILITAÇÃO EM
FÍSICA**

SANDRO MILBRATZ

**O FORMALISMO MATEMÁTICO NO ENSINO DE FÍSICA E A MOTIVAÇÃO
PARA O APRENDIZADO: UMA ANÁLISE SOBRE O USO DE ESTRATÉGIAS
DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

**JARAGUÁ DO SUL
2013**

SANDRO MILBRATZ

**O FORMALISMO MATEMÁTICO NO ENSINO DE FÍSICA E A MOTIVAÇÃO
PARA O APRENDIZADO: UMA ANÁLISE SOBRE O USO DE ESTRATÉGIAS
DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS**

Trabalho de Conclusão do Curso submetido ao Instituto Federal de Santa Catarina – Campus Jaraguá do Sul como parte dos requisitos para obtenção do título de Licenciado em Ciências da Natureza com Habilitação em Física.

Orientador: Prof. Esp. Sérgio Carlos Ehlert.

**JARAGUÁ DO SUL
2013**

Dedico, com imenso orgulho, este trabalho aos meus pais, à minha irmã e àqueles que acreditam e batalham para a melhoria do ensino-aprendizagem de Física.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Sérgio Carlos Ehlert, meu orientador e presidente da banca de TCC, que me ajudou nesta pesquisa e que, com sua experiência, aconselhou no desenvolvimento deste trabalho.

Aos demais membros da banca examinadora, professores Cátia Regina Barp Machado e Rodrigo Luis da Rocha, pelas correções e sugestões.

Ao professor Carlos Raphael Rocha, pela correção do resumo em inglês deste TCC.

Aos professores Cátia Regina Barp Machado, Rodrigo Luis da Rocha e Viviane Grimm, pela leitura crítica e contribuições nos questionários de pesquisa.

Aos professores e às professoras do curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física, pelas reflexões que promoveram e pelo aprendizado que adquiri através das aulas que lecionaram.

Aos meus colegas de graduação, pelas saudáveis discussões e por todos os momentos de descontração no curso.

Aos meus amigos Josiane da Silva e Cláudio Couto Cruz pelo companheirismo e ajuda mútua nos inúmeros trabalhos em grupo e por me acompanharem de perto nessa jornada nos últimos quatro anos.

Aos meus pais e minha irmã por entenderem as minhas angústias nos últimos anos e meses e por apoiarem a minha escolha profissional.

Aos dois professores de física do IFSC – Campus Jaraguá do Sul e os oito docentes de física da rede estadual de ensino que responderam o questionário desta pesquisa.

Aos meus alunos da E.E.M. Abdon Batista e aos alunos das professoras Ana Lúcia Prates e Carina Camila Langa que despenderam parte do tempo para responder o questionário e contribuir com a minha pesquisa.

Àqueles que me apoiaram e incentivaram durante o curso e, principalmente, na escrita deste TCC.

Por fim, agradeço aos professores de física que tive durante minha trajetória escolar, que mostraram exemplos, ensinaram conceitos e, que, porventura, fizeram atividades envolvendo problemas e experiências, que me motivaram e fizeram com que eu ficasse encantado com a Física, e assim, são fonte de inspiração para a minha carreira profissional como docente.

“A felicidade não se resume na ausência de problemas, mas sim na sua capacidade de lidar com eles.”

- **Albert Einstein**

RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) trata de um estudo feito com 165 alunos do ensino médio da rede estadual de Jaraguá do Sul e dez professores, sendo oito da rede estadual e dois da rede federal. O objetivo foi compreender de que forma a adoção de estratégias de resolução de problemas por parte dos alunos auxilia na superação da desmotivação dos estudantes para o aprendizado de física. Para isso, foi apontada a necessidade de identificar a motivação dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem e de conhecer os aspectos motivantes e as principais causas da desmotivação no ensino de física. Também, procurou-se distinguir as concepções de ensino de física conceitual e matematizada, para então, conhecer o papel das equações matemáticas no ensino de física. Foi possível, assim, apontar as relações entre matemática e física e caracterizar o papel da modelagem matemática no ensino de física. Salientaram-se as diferenças entre exercícios e problemas e buscou-se observar a forma com que a didática de resolução de problemas empregada pelo professor interfere na motivação para a resolução de problemas em física. Posteriormente, a partir da análise de questionários buscou-se verificar a pertinência da utilização de estratégias de resolução de problemas como forma de superar a desmotivação no ensino de física, em geral, atribuída ao excesso de formalismo matemático. Entre os resultados obtidos, destaca-se que os alunos que adotam mais estratégias de resolução possuem menos dificuldades em resolver problemas em física. Portanto, vê-se a necessidade de o professor dar ênfase em sala de aula à utilização de estratégias na resolução de questões.

Palavras-chave: Motivação. Ensino de física. Formalismo matemático. Resolução de problemas. Estratégias de resolução.

ABSTRACT

This Term Paper (TM) present a study with 165 public secondary school students of Jaraguá do Sul and ten teachers, eight from state and two from federal schools. The aim was to understand how the students' problem solving strategies helps in motivation for learning physics. Then, the importance of students' motivation in the teaching-learning process was indicated, and also as to known the motivating aspects and the main causes of demotivation in physics teaching. It was sought to differentiate the two traditional ways to present physics to the students (conceptual and mathematized way), due to the role of mathematical equations in physics teaching. Besides, it was possible to identify the relationship between physics and mathematics, and to characterize the role of mathematical modeling in the physics teaching. The differences between exercises and problems were stressed, and the problem solving technique used by the teacher was observed to analyze if it interferes in the motivation on the problem-solving in physics teaching. After that, with the allowed questionnaire analysis, the relevance of the use of problem solving strategies was verified as a way to overcome the lack of motivation in the physics education, usually assigned to the excessive mathematical formalism. The present results emphasized that the students who use more solving strategies have less difficulty in solving problems in physics. Therefore, one can see the needing in emphasize the role of the teacher in the classroom with the use of strategies in solving problems.

Keywords: Motivation. Physics teaching. Mathematical formalism. Problem-solving. Solving strategies.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Justificativa.....	12
1.2 Definição do problema.....	13
1.3 Objetivos.....	13
1.3.1 Objetivo geral.....	13
1.3.2 Objetivos específicos.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 A motivação no processo de ensino-aprendizagem.....	15
2.1.2 Motivação e desmotivação no ensino de física.....	20
2.2 Concepções de ensino de física: conceitos x formalismo matemático.....	22
2.3 As equações matemáticas no ensino de física	23
2.4 Relações entre matemática e física no ensino.....	24
2.4.1 A importância da matemática para a física e vice-versa.....	26
2.4.2 A matemática como estruturante do conhecimento físico e suas implicações para o ensino de física.....	27
2.4.3 Modelagem matemática no ensino-aprendizagem de física.....	28
2.5 Exercícios e problemas: existem diferenças?.....	30
2.6 A “didática” de resolução de problemas.....	31
2.7 Estágios e estratégias para a resolução de problemas.....	33
3 METODOLOGIA.....	36
3.1 Métodos aplicados.....	36
3.2 Sistematização de dados e perfil dos sujeitos da pesquisa.....	36
4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	38
4.1 Análise e discussão dos resultados: questionário aplicado com os professores.....	38
4.2 Análise e discussão dos resultados: questionário aplicado com os estudantes do ensino médio.....	49
5 CONCLUSÃO.....	58
REFERÊNCIAS.....	63

APÊNDICES.....	66
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO COM OS ALUNOS.....	67
APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO COM OS PROFESSORES.....	69

1 INTRODUÇÃO

Este TCC foi organizado com o intuito de compreender a importância das estratégias de resolução de problemas em física. Para isso, inicialmente, o autor procura realizar um estudo sobre o que é a motivação, salienta a importância da motivação no ensino-aprendizado e realiza um resgate histórico para ver como o contexto de séculos passados influenciou na atual desmotivação no ensino em sala de aula, principalmente em física. Assim, o pesquisador elencará as principais causas da desmotivação, delineando como as condicionantes pessoais e ambientais de motivação interferem na ocorrência de problemas de motivação.

Posteriormente, são diferenciados os tipos de motivação, para saber como interferem no processo de ensino-aprendizagem do aluno. Além disso, apontam-se as causas da desmotivação no ensino de Física, a partir de estudos do que dizem os documentos norteadores do ensino e pesquisas de autores que debatem a temática. Entre os textos estudados, destaca-se o dos autores Bonadiman e Nonenmacher (2007), que propõem que o ensino deve ser mais atraente para os alunos, com ênfase na compreensão dos conceitos físicos e na relação destes com coisas e fatos do dia a dia. Para eles, uma metodologia de trabalho, aplicada em sala de aula, por melhor que seja, não garantirá, por si só, a aprendizagem, pois ela deverá ser acompanhada pela competência do professor e pela consciência e vontade do aluno em querer aprender. Portanto, citam que o elemento motivação é fundamental neste processo, cabendo ao professor a tarefa de oferecer ao aluno condições favoráveis e necessárias para seu desenvolvimento e para um bom desempenho.

Procurando entender mais sobre os problemas enfrentados no aprendizado de física, serão apontadas as principais concepções de ensino de física, a conceitual e a matematizada. Para isso, foi utilizado um artigo de Carvalho Júnior (2002), que cita que a concepção de ensino de Física que um professor ou uma instituição possui, sua ideologia, sua política e seus valores, podem ser explicitados através da análise de sua prática pedagógica. O autor salienta, em seu estudo, que um professor de Física não pode se contentar em simplesmente solicitar ao aluno que memorize equações e as utilize em problemas elaborados fora de qualquer contexto. Deve-se lutar por um ensino de Física que seja pautado por discussões amplas, com um constante diálogo com o mundo, com a sociedade e com os atores do processo educativo.

Além disso, verificar-se-á a importância das equações no ensino de física, por meio do que dizem Anjos, Caballero, Moreira (2010), que fizeram um estudo para investigar as concepções de professores de Física sobre o uso das equações matemáticas sob o ponto de vista do ensino e da aprendizagem em Física. Os pesquisadores concluíram que as equações matemáticas desempenham um papel de fundamental importância no ensino da Física, em particular no processo de conceitualização, por constituírem-se em representações simbólicas usadas pelos professores para dar significado aos conceitos e, assim sendo, a sua utilização deve ser objeto de atenção para quem as usa no planejamento e desenvolvimento de sequências didáticas junto aos alunos em atividades de estudo.

Percebida a importância das equações e da matemática para a física, serão apontadas as relações entre matemática e física e observada a importância da matemática para a física e vice-versa, a partir de estudos de Karam (2007), que pesquisou sobre essa questão. Baseando-se em estudos históricos e epistemológicos que evidenciam as inter-relações entre a Matemática e a Física desde a mais remota essência do conhecimento científico, ele afirma que, dentro do contexto escolar, essas duas disciplinas têm sido tratadas de forma

independente e isso tem contribuído para um distanciamento do interesse dos estudantes pelas áreas exatas. Através de um levantamento de categorias para ver como os estudantes percebem as inter-relações entre as disciplinas de Matemática e Física, Karam enfatiza a importância de se pensar em sequências didáticas que abordem a Matemática como estruturante do conhecimento físico e que evidenciem o papel da Física como motivação para o surgimento dos conceitos matemáticos.

Constatou-se como a matemática estrutura o conhecimento físico e como isso implica para o ensino de física. Nesse caso, foi preciso buscar aporte em Pietrocola (2002), que mostra que existe uma relação muito mais complexa entre ambas as disciplinas. Esse autor defende que um dos atributos essenciais ao educador com relação a esta questão é perceber que não se trata apenas de saber Matemática para poder operar as teorias Físicas que representam a realidade, mas de saber apreender teoricamente o real através de uma estruturação matemática.

Na sequência, evidencia-se o significado e a importância dos modelos matemáticos, a partir de estudos de Pinheiro, Pietrocola e Alves Filho (2001), que apresentam uma discussão sobre conceitos e funções dos modelos na produção do conhecimento físico e sobre o papel estruturador da matemática na construção de modelos.

Caracterizado o papel da modelagem matemática no ensino-aprendizagem de física, serão identificadas as diferenças entre exercícios e problemas, a partir de Oliveira, Moreira e Muenchen (2011), que verificaram as concepções de professores de Física quanto às diferenças entre essas duas modalidades (os problemas e os exercícios no ensino de física). Eles observaram que o trabalho com problemas está fortemente vinculado aos exercícios e as duas modalidades, apesar de diferentes, são consideradas complementares em suas práticas didático-pedagógicas. A análise das entrevistas desta pesquisa também revelou que as concepções de professores de Física sobre problemas e exercícios não são absolutas, apresentando variáveis de acordo com a formação, a experiência em sala de aula e os ideais particulares de cada um. Apontam assim, a necessidade de um conhecimento mais amplo, por parte dos professores, das relações entre problema e exercício, suas reais definições e principais aplicações no Ensino de Física.

Será observada também de que forma a didática de resolução de problemas empregada pelo professor no ensino de física interfere na motivação dos estudantes e física. Sobre esse assunto Gil et. al, (1992) questionam a didática de resolução de problemas e elaboraram um modelo alternativo de resolução de problemas.

Ainda, serão destacadas estratégias que tornam a resolução de problemas uma tarefa menos complexa e mais motivante para os alunos. Contribuindo para entender melhor sobre a adoção de estratégias de resolução de problemas, está Peduzzi (1997), que procura mostrar que a resolução de problemas de lápis e papel, em física, não deve ser considerada pelo professor como uma atividade na qual o aluno, por esforço próprio e sem qualquer orientação específica, tenha necessariamente êxito se preparado conceitualmente para tal. Ele aponta que uma ampla discussão sobre este assunto, em sala de aula, seguramente resultará em um estudante melhor orientado e mais consciente de suas ações junto a este importante componente da sua aprendizagem em física.

A pesquisa, como será visto na metodologia, no levantamento e análise de dados, concentrou-se em analisar as concepções de professores e alunos, para ver a viabilidade da utilização de estratégias de resolução de problemas. Na análise, foi feito um comparativo entre os alunos que dizem não ter dificuldade, com estudantes que possuem dificuldades em resolver exercícios/problemas. Assim, perceberemos quais estratégias cada um dos grupos adota na resolução de problemas e apontaremos as alternativas que tornam a resolução de problemas menos desmotivante.

1.1 Justificativa

A forma com que o ensino de Física tem sido realizado nas escolas é duramente criticada por diversos docentes e pesquisadores da área. Entre os professores, há divergência de ideias, enquanto alguns apontam que a excessiva “matematização” do ensino de física é o maior problema, outros afirmam que o empecilho, nesse caso, está na falta de fundamentos de matemática básica por parte dos alunos do Ensino Médio. Apesar das ideias serem divergentes, nos dois casos, a matemática está presente no discurso.

Pensando assim, questiona-se: Será que a matemática é o grande entrave no ensino de Física e buscando uma Física “mais conceitual” estaremos solucionando o aparente problema? Essa é uma questão que merece ser analisada mais profundamente e motivou o acadêmico a pesquisar sobre o assunto. Acredita-se que o tema é pertinente quando se leva em consideração que, na atualidade, há diversos alunos que afirmam ter dificuldades na disciplina de Física e um acentuado número que diz ter aversão à matéria, o que corrobora para a realização de estudos e pesquisas sobre o assunto. Percebe-se que há desmotivação nos alunos quanto ao ensino da disciplina realizado nas escolas. Uma das possíveis causas, apontadas em diversos estudos, é que o ensino de física é excessivamente “matematizado”, com ênfase no uso de fórmulas, sendo muito distanciado e desconectado do cotidiano do aluno.

A experiência que tive com relação à disciplina no Ensino Médio também foi fonte de motivação para a escolha do tema e inspiração para a pesquisa. A física que tive naquele tempo não diverge muito em relação ao que os estudos apontam, era um ensino de Física bastante matematizado e em minha opinião, com ínfimo aprendizado de conceitos físicos. Só que naquele tempo, por notório desconhecimento do que é a física e por não saber e nem perceber quão prazeroso poderia ser o seu estudo, acreditava que a física representava mesmo um “amontoado de fórmulas”, no qual era preciso substituir os valores e simplesmente encontrar o valor desejado.

Posteriormente, na graduação, me deparei com outra visão sobre a física, que me encantou, pois comecei a perceber a sua utilidade. Logo nos primeiros semestres, o foco do curso estava voltado para uma física mais conceitual, em substituição à física tradicional baseada apenas no ensino de fórmulas, que muitas vezes são desarticuladas do dia a dia do estudante, que pouco entende para que elas servem. Desde então, venho me questionando até que ponto a formalização do ensino de física motiva ou desmotiva os alunos, pois durante o ensino médio, apesar de não saber direito o que estava resolvendo, sentia profunda motivação em realizar cálculos em física, mesmo não enxergando sua aplicabilidade no cotidiano. Tenho me perguntado até que ponto o ensino de física “matematizado” desmotiva os estudantes e diverge daquilo que propõem os PCNs e os demais documentos.

Recentemente, durante o estágio de observação e regência em física, essa questão tornou-se fonte ainda maior de preocupação e motivo de grande inquietação. Notei que um excessivo número de alunos não tem interesse, parecem desmotivados. Uma de minhas argumentações é que os alunos já estão cansados da exposição dos assuntos de física pelos professores, que enchem o quadro de fórmulas, fazem alguns exemplos e pedem para que resolvam vários exercícios repetitivos e desvinculados do seu cotidiano. Por outro lado, também procuro entender o ponto de vista dos professores, já que os mesmos estão enfadados de alunos sem motivação, com pouca vontade de realizar as atividades em sala de aula e que não tem interesse em aprender.

No ensino da Física, a linguagem matemática é muitas vezes considerada como a grande responsável pelo fracasso escolar. É comum professores alegarem que seus alunos

não entendem Física devido à fragilidade de seus conhecimentos matemáticos. Para muitos, uma boa base matemática nos anos que antecedem o ensino de Física é garantia de sucesso no aprendizado (PIETROCOLA, 2002). Mas será mesmo que o domínio e a facilidade com a matemática garantem o êxito dos estudantes em física?

A partir desse trabalho pretende-se observar o que dizem os professores de Física e os alunos sobre o uso do formalismo matemático no ensino de Física, identificando e descrevendo quais os anseios destes. Sabe-se que o ensino da Física normalmente ocorre com ênfase nas equações matemáticas, uma vez que a matemática é a linguagem estruturante do conhecimento físico. Assim, é necessário verificar se essas fórmulas são usadas pelos professores como modelos que tentam expressar os conceitos físicos e a fenomenologia dos conteúdos estudados, questionando o que há por trás dessas equações, para observar se são expressões que representam matematicamente as leis, os princípios, os teoremas ou simplesmente são usadas para relacionar variáveis-conceito entre si. Assim, é possível propor uma alternativa que torne a resolução de problemas mais prazerosa e mais aproximada do cotidiano do estudante.

1.2 Definição do problema

De que forma a adoção de estratégias de resolução de problemas por parte dos alunos auxilia na superação da desmotivação dos estudantes para o aprendizado de física?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

- Compreender a importância e de que forma a adoção de estratégias de resolução de problemas por parte dos alunos auxilia-os na superação da desmotivação para o aprendizado de física.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar a importância da motivação no processo de ensino-aprendizagem;
- Diferenciar os tipos de motivação, para saber como interferem no processo de ensino-aprendizagem do aluno;
- Conhecer os aspectos motivantes no ensino de física e as causas da desmotivação;
- Distinguir as concepções de ensino de física conceitual e matematizada, para entender mais sobre a desmotivação no ensino de física;
- Conhecer o papel das equações matemáticas no ensino de física;
- Apontar as relações entre matemática e física e a importância que uma tem para a outra;
- Caracterizar o papel da modelagem matemática no ensino-aprendizagem de física;
- Identificar as diferenças entre exercícios e problemas;

- Observar de que forma a didática de resolução de problemas empregada pelo professor no ensino de física e a adoção de estratégias de resolução de questões por parte dos alunos pode interferir na motivação dos estudantes e física.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A motivação no processo de ensino-aprendizagem

A motivação é uma componente indispensável e extremamente importante no processo de ensino-aprendizagem, principalmente em sala de aula. É através da motivação que ensinar torna-se prazeroso para o professor e aprender torna-se interessante e relevante para o aluno. Tanto os professores, quanto os alunos, necessitam estar motivados, seja no exercício do seu trabalho (professor) ou para o aprendizado (aluno), pois quando há motivação em ambas as partes, o aprendizado torna-se muito mais significativo, as aulas bem mais agradáveis e os assuntos são instigantes. Caso haja ausência ou pouca motivação em uma das partes, aumentam as possibilidades do método de ensino fracassar e, conseqüentemente, o aprendizado ser prejudicado.

Conforme Boruchovitch e Bzuneck (2004), o vocábulo “motivação” deriva do verbo latino *movere*, que significa mover, do qual o substantivo *motivum*, do latim, originou a palavra motivo. Possui raízes comuns com as palavras “motor”, “momentum”, “movimento”, etc., todas expressando movimento.

Nesse sentido, a motivação ou o motivo é o impulso que movimenta uma pessoa, que a coloca em ação ou a faz alterar a direção, e que desperta seu desejo de se transformar. Estar motivado pode levar uma pessoa a realizar com disposição e empregar esforço em busca daquilo que deseja. Assim,

A motivação leva qualquer pessoa a parar e olhar para o desconhecido, é algo ligado a ter disposição para visualizar coisas que ninguém se deu ao trabalho de ver, além de agir na sua concretização. Uma pessoa motivada é claramente comprometida com o que faz e é capaz de dar o melhor de si, dedicando tempo e esforço na busca do novo que melhore seu desempenho [...]. (KAUARK, MUNIZ, 2011, p. 74).

A origem da desmotivação do aluno é incerta, mas algumas transformações ao longo da história influenciaram o seu crescimento nas escolas. Nesse sentido, é preciso fazer um resgate histórico.

Rossini (2004, p. 07) cita que:

Na Antiguidade, o conhecimento era transmitido de forma bastante natural e informal; as pessoas reuniam-se em variadas situações, conversavam, discutiam, trocavam idéias. Sem perceber, umas ensinavam às outras aquilo que sabiam de forma prática e significativa, experimentando, investigando, procurando outras respostas.

Em relação aos aspectos históricos que tiveram impacto sobre as metodologias de ensino praticadas nas escolas, o tipo de ensino que predominou durante séculos foi um grande influenciador para a desmotivação dos alunos.

Por muitos séculos predominava um ensino intelectualista, verbalista e dogmático com base na memorização e repetição mecânica dos ensinamentos. Não havia espaço para ideias próprias dos alunos. O ensino era separado da vida e também o poder da religião era muito forte. (RAMOS, P.; RAMOS, M., 2005, p. 40).

A motivação é um assunto que tem sido fonte e motivo para várias pesquisas e cada vez mais tem sido discutida essa problemática, sobretudo como oportunidade de apontar soluções e alterar o panorama atual, em que a desmotivação em sala de aula é notória por parte dos professores e tem sido agravante na aprendizagem do aluno. Tapia e Fita (2003) têm demonstrado preocupação em relação à motivação no campo educacional. Afirmam que um dos problemas que o professor enfrenta em sala de aula, na atualidade, é a falta de motivação dos alunos, do pouco interesse que estes demonstram em relação aos conteúdos. Segundo os autores, a tendência dos professores é pensar que os alunos não se interessam porque não entendem o que é ensinado. Outras vezes, o motivo apontado é que as condições de trabalho do professor não favorecem ou facilitam a aprendizagem.

Várias são as causas apontadas para a desmotivação em sala de aula. Um dos aspectos que deve ser considerado primeiramente, e que é salientado por Rossini (2004, p. 43,) é o fato de termos falta de motivação e não de inteligência. Segundo a escritora, é preciso que, a cada dia, estejamos motivados para aprender, para acompanhar as mudanças, vencer o comodismo, ler, estudar, melhorar. Considerando esse aspecto, observa-se que para aprender é preciso de alguma maneira estar motivado.

Um dos motivos que é citado como causa para a desmotivação é que os alunos não têm muita escolha na escola e os professores não possuem muitas ferramentas capazes de interessá-los. Tapia (2004, p. 24) evidencia “que as possibilidades de motivar adequadamente os alunos são bastante escassas, uma vez que na escola praticamente tudo lhes é imposto: professores, currículo, programas, atividades, colegas, avaliações etc”.

O desânimo do aluno é ainda mais aparente pela quantidade de informações que são passadas e cobradas pelos professores. “[...] a exagerada concentração na aula mata o espírito investigador do estudante. Diante de seus questionamentos sobre a vida, o planeta, os homens e o conteúdo, a insistência em reduzir a educação em um aglomerado de aulas desanima o aluno” (COSTA, 2000, p. 49).

Bzuneck (2004, p. 13) também observa a existência da desmotivação nas escolas e afirma que “a motivação tornou-se um problema de ponta em educação, pela simples constatação de que, em paridade de outras condições, sua ausência representa queda de investimento pessoal de qualidade nas tarefas de aprendizagem”.

De acordo com estudos sobre o tema, o problema da falta de motivação torna-se mais evidente e acentuado à medida que os estudantes avançam nas séries, em que vai caindo o interesse e facilmente se instalam dúvidas quanto à capacidade de aprender certas matérias (BZUNECK, 2004, p. 15).

Um outro fator preponderante para o desinteresse, além daqueles mencionados anteriormente, é a prática pedagógica dos professores. Na opinião de Kauark e Muniz (2011, p. 18), a prática pedagógica e a motivação precisam caminhar juntas para que a educação se processe na excelência, para o seu mais nobre fomento: a formação do homem cidadão, preparado para a vida e para o trabalho. Nesse sentido, é preciso destacar que a motivação é a base para o aluno gostar de estudar, por isso Rossini (2004) afirma que é fundamental o professor trabalhar consciente da importância da motivação no processo ensino-aprendizagem.

Vários estudos têm apontado o professor como figura-chave para a motivação em sala de aula. Há quem afirme que o professor, enquanto educador, tem como missão essencial cativar e impressionar uma platéia jovem e nem sempre muito interessada (GIKOVATE, 2001, p. 50). Nessa mesma perspectiva, Alves (2006) entende que a tarefa primordial do professor é seduzir o aluno para que ele deseje e, desejando, aprenda.

Os educadores possuem um papel importante na vida do aluno, e por isso necessitam aperfeiçoamento contínuo de sua prática e valorização do seu trabalho para serem exímios em seu exercício e também possuírem motivação pessoal. Para Fita (2003, p. 88), “um

professor motivado faz uma grande diferença, pois se um professor não está motivado, se não exerce de forma satisfatória sua profissão, é muito difícil que seja capaz de comunicar a seus alunos entusiasmo, interesse pelas tarefas escolares; é, definitivamente, muito difícil que seja capaz de motivá-los”.

Exalta-se ainda que um professor dinâmico, inteligente, entusiasmado, com alto astral, alegre, carinhoso, causa prazer, estimula a ação dos alunos e facilita a aprendizagem (ROSSINI, 2004, p. 53). No ponto de vista de Fita (2003, p. 90), o mais motivador para um aluno é ter um bom professor. No entendimento do mesmo, sua simples presença torna-se fonte de motivação para o aluno.

Além disso, uma atitude do professor que faz muita diferença é fazer o questionamento a si acerca do que pode fazer para que os alunos se interessem pelo que pretende lhes ensinar, de modo que empreguem o esforço e a dedicação para aprendê-lo. (TAPIA, 2004, p. 13). Fazendo essa indagação oportuna e dedicando esforço no planejamento e na execução das aulas, pode-se atenuar o problema da falta de motivação em sala de aula, pois assim o professor estará criando ambientes que afetam a motivação e a aprendizagem.

No entanto, se os alunos não estão motivados e dispostos, o ensino, e evidentemente a aprendizagem, tornam-se muito mais complexos e difíceis de serem realizados com excelência. Para isso, Rossini (2004, p. 10) expressa que os professores têm a missão de mostrar que aprender pode ser gostoso porque os educandos, em sua opinião, não deixam dúvidas quando solicitam por meio de atitudes, expressões não-verbais ou verbais, que “aprender tem que ser gostoso!”. Ademais, há quem entenda que a motivação será reforçada pelo próprio aluno à medida que estiver recebendo os incentivos em dose correta e estiver despertando em si novas necessidades e intenções (KARLING, 1991, p. 139).

2.1.1 Classes de motivação e condicionantes pessoais e contextuais da motivação para aprender

A motivação pode ser classificada em intrínseca e extrínseca. Bzuneck (2004, p. 37) afirma que a motivação intrínseca refere-se à escolha e realização de determinada atividade por sua própria causa, por esta ser interessante, atraente ou, de alguma forma, geradora de satisfação, com o apoio da motivação extrínseca ou externa (avaliação dos adultos, informações a respeito, elogios verdadeiros, etc). Karling (1991, p. 137) diz que a motivação intrínseca acontece quando o estudante estuda a matéria ou assunto por gostar disso. Um exemplo para ser citado: “Eu gosto de estudar Química e Física, pois a gente estuda os elementos químicos, velocidade, tempo e outros”. Nota-se que o aluno está motivado pela importância, valor ou satisfação que essa matéria lhe traz.

Por outro lado, segundo Bzuneck (2004, p. 37), a motivação extrínseca tem sido definida como a motivação para trabalhar em resposta a algo externo à tarefa ou atividade, como para a obtenção de recompensas materiais ou sociais, de reconhecimento, objetivando atender aos comandos ou pressões de outras pessoas ou para demonstrar competências ou habilidades. Conforme Karling (1991, p. 137), a motivação extrínseca acontece quando o aluno, para estudar a matéria, necessita obter uma vantagem, ou seja, um benefício. Um exemplo usual seria: “Educação Física eu gosto, porque tenho chance de participar de campeonatos e fazer novas amizades”. Há razões externas que condicionam o aluno gostar da matéria. A matéria em si não o agrada. Quando o estudante estuda só por nota, para passar, para agradar ao professor, agradar aos pais ou ganhar um prêmio prometido, tem apenas motivação extrínseca.

É notório que as duas classes de motivação são muito diferentes entre si, pois enquanto a primeira resulta de um interesse da própria pessoa por um dado assunto ou situação, a segunda advém de estímulos em forma de recompensas ou vantagens, que quando não oferecidos ou claros para o aluno, fazem com que não haja mais interesse do aluno pelas aulas.

Guimarães (2004) afirma que diversos autores consideram que as aprendizagens escolares são extrinsecamente motivadas, proporcionando alívio aos estudantes que evadem ou concluem o curso, por se sentirem livres da manipulação. O autor enfatiza que na escola os alunos se envolvem nas tarefas por motivos extrínsecos, ou seja, por acreditarem que obterão os resultados desejados, como elogios, prêmios e notas, além de evitarem problemas. Cita que a motivação externa, ou seja, o interesse intermediado por recompensas, pode vir a comprometer o empenho do aluno, reduzindo-o na ausência destes incentivos, terminando por produzir um comportamento voltado para o prêmio, e não para o aprendizado.

Além dos tipos de motivação, outro fator que interfere no processo de ensino e aprendizagem são as condicionantes ambientais. Na opinião de Tapia (2004, p. 14), “ao definir objetivos de aprendizagem, apresentar a informação, propor tarefas, responder às demandas dos alunos, avaliar a aprendizagem e exercer o controle e a autoridade, os professores criam ambientes que afetam a motivação e a aprendizagem”.

Um ambiente propício pode ser criado pelo professor, mas ainda assim, dependerá da motivação do aluno, que precisará estar interessado em aprender. Tapia (2004, p. 14) reforça essa ideia quando diz que “o contexto tampouco motiva ou desmotiva sem mais. Ele o faz na medida em que interage com determinadas características dos alunos – suas metas, expectativas, formas de enfrentar as tarefas etc”.

Além do ambiente, é preciso deixar claro para o estudante qual é a relação do conteúdo ensinado com a vida dele. Assim, existem também as condicionantes pessoais de motivação.

Na atualidade, “não podemos mais admitir aquela escola mecanicista e ensinadora de conteúdo, onde as situações não façam sentido para o aluno” (ROSSINI, 2004, p. 60). Portanto, a escola deve possibilitar ao aluno situações que se relacionem à sua vida, de modo que o faça pensar, raciocinar e ao mesmo tempo aprender e visar seu futuro.

O mesmo modo de pensamento é o de Alves (2006, p. 18) que salienta que “não há sofrimento maior para uma criança ou um adolescente que ser forçado a mover-se numa floresta de informações que ele não consegue compreender, e que nenhuma relação parecem ter com sua vida.”

Procurando por opiniões acerca do assunto, verificamos atitudes que os professores podem tomar para relacionar o conteúdo com a vida do aluno. Para Antunes (2006, p. 55), o educador pode “preparar de maneira cuidadosa a aula. Enriquecê-las com múltiplos exemplos; associar o distante ao próximo, o antigo ao atual”. A mesma linha de pensamento é a de Rossini (2004, p. 10) que diz “é preciso que a educação seja mais significativa, mais prazerosa e o que se aborda faça algum sentido para o educando, seja do seu interesse, satisfaça suas necessidades bio-psico-sociais e que o prepare para o mundo de hoje”.

Muitas são as ferramentas que o professor pode aplicar para facilitar o entendimento do aluno pelo conteúdo. Até mesmo a conversa, que sempre foi palco de muitas discussões, pode ser utilizada como método, desde que, de forma adequada. Antunes (2006, p. 14), não vê motivo para proibir a conversa dos alunos. No seu entender, a conversa é boa e o professor pode fazer dessa notável qualidade humana uma ferramenta de ensino. Para ele, o professor pode usar a conversa do aluno, que é o que ele tem de mais valioso em sua vida, como um instrumento para um trabalho pedagógico essencial.

Do mesmo modo, alguns pontos fundamentais diferenciam os professores que sabem como utilizar ferramentas que facilitam a compreensão do aluno pelo conteúdo. Um exemplo muito bem esclarecedor desse assunto foi descrito por Tapia, (2004, p. 38). No seu ponto de vista o professor poderia começar diferente uma aula quando o assunto em questão, citado no seu exemplo, é a pressão atmosférica. Esse conteúdo, aplicado com alunos de 12 anos poderia ser apresentado de forma mais fácil para o estudante. Veja o exemplo: *Hoje vamos falar das características da atmosfera... Uma delas é a pressão... etc. e continuar a explicação não é o mesmo que começar pedindo-lhes que observem o que acontece quando enchem um copo de água, tapam-no com a mão, viram-no, introduzem-no rapidamente em outro recipiente com água e observam que o copo não se esvazia, fenômeno que não ocorre se fazemos um orifício na parte posterior do copo. Os dois fenômenos implicam – em geral – experiências novas e inesperadas, capazes de despertar a curiosidade dos alunos.*

Há também o método tradicional de aula, chamado de aula expositiva, em que o professor explica um conteúdo sem o aluno proferir opinião. P. Ramos e M. Ramos (2005, p.23) demonstram receio pelo professor utilizar somente aulas expositivas como ferramentas de ensino. No ideal dos autores, “o professor-inesquecível não dá apenas aulas expositivas, por melhores que sejam, trabalha com variadas técnicas em sala de aula. Não dá exclusividade às aulas expositivas, embora também delas se utilize. Promove várias atividades diferentes e propicia interação grupal”. Vão mais além, dizem que “reduzir o aluno a aulas expositivas significa compactuar com posturas empiristas que consideram o aluno uma folha em branco no qual se inscrevem os conhecimentos. Significa acreditar que o aluno aprende apenas ouvindo em vez de manipular conceitos” (RAMOS, P; RAMOS, M., 2005, p. 23).

No entanto, de nada adianta ótimas ferramentas de ensino, se o aluno não demonstra gosto pelo aprender. O professor pode muito bem resolver esta questão, baseando-se numa pergunta pertinente. Rossini (2004, p. 14) argumenta que “qualquer atividade educacional antes de ser proposta ao aluno deve ser avaliada com base na seguinte pergunta: é do interesse dele?”. Nota-se que com a resposta desta pergunta, o professor pode refletir e direcionar o seu planejamento ao que seria mais adequado com interesse de seus alunos.

Mais importante ainda, como método inicial, é o professor ver o que o aluno já sabe. “Uma vez que o interesse depende da facilidade com que a informação se relaciona com o que já se sabe, é particularmente motivador, por um lado, o professor começar as aulas levando em conta o que seus alunos sabem sobre o tema” (TAPIA, 2004, p. 40).

Esses exemplos citados mostram como o professor pode contribuir na motivação do aluno para que ocorra a aprendizagem significativa. Fita (2003, p.70) destaca que a motivação do aluno é uma das condições necessárias para a aprendizagem significativa, pois este deve estar disposto a realizar o esforço necessário que toda aprendizagem requer e especialmente essa. Salienta que para ocorrer uma aprendizagem significativa dos conteúdos, as características do aprendizado devem ser as seguintes: a memorização abrangente do que se aprende; uma reflexão crítica por parte do aluno para relacionar a nova informação com os conceitos-base de que dispõe; a funcionalidade, ou seja, o que o aluno aprende serve-lhe para resolver novas situações, novos problemas e para realizar novas aprendizagens. As suas vantagens, diante da aprendizagem repetitiva ou mnemônica, são: uma retenção mais duradoura da informação (memorização abrangente); facilidade de realizar novas aprendizagens relacionadas e, ainda, gerar mudanças profundas na estrutura cognitiva, que persistem além do esquecimento de detalhes concretos.

Saber como o aluno pode ser motivado é uma das pretensões mais difíceis do professor, que precisa conhecer bem a turma, para saber o que eles gostam, aplicando assim o método mais condizente com o perfil da classe. Cabe ressaltar que os alunos

propriamente motivados têm o gosto por estudar não somente em sala de aula, mas fora dela, por exemplo, em casa. Os estudantes que realmente estão interessados se aprofundam sobre o(s) tema(s), imaginando respostas para questões da aula. Diria mais, não desistem enquanto não encontram essas respostas.

2.1.2 Motivação e desmotivação no ensino de física

A desmotivação do aluno é um dos grandes problemas que os professores enfrentam no ensino de física. Diversos questionamentos são feitos procurando entender o que leva um excessivo número de estudantes a não gostarem da Física e também tentando explicar as deficiências no seu aprendizado. Uma das questões que deixa muitos pesquisadores intrigados é o fato de estarmos diante de uma ciência cujo objeto de investigação é um dos mais atrativos e também pelo fato de a Física tratar das coisas e dos fenômenos da natureza, da tecnologia e de situações da vivência do aluno, o que deveria ser motivo suficiente para despertar o interesse do estudante para seu estudo. Porém não é o que ocorre muitas vezes, pois o diagnóstico nas salas de aula não deixa dúvidas quanto à falta de motivação do aluno para o estudo da Física. Há investigações que pressupõem que os consequentes problemas de aprendizagem poderiam estar ligados ao tipo de ensino de Física praticado nas escolas. Também existe uma busca por respostas em relação ao que se pode fazer para que mais estudantes passem a gostar da Física e, conseqüentemente, melhorem seu aprendizado na disciplina.

Há vários motivos apontados para a generalizada desmotivação observada, que conseqüentemente explicam as dificuldades de aprendizagem na disciplina. Bonadiman e Nonenmacher (2007) destacam: a pouca valorização do profissional do ensino, as precárias condições de trabalho do professor, a qualidade dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula, a ênfase excessiva na Física clássica e o quase total esquecimento da Física moderna, o enfoque demasiado na chamada Física matemática em detrimento de uma Física mais conceitual, o distanciamento entre o formalismo escolar e o cotidiano dos alunos, a falta de contextualização dos conteúdos desenvolvidos com as questões tecnológicas, a fragmentação dos conteúdos e a forma linear como são desenvolvidos em sala de aula, sem a necessária abertura para as questões interdisciplinares, a pouca valorização da atividade experimental e dos saberes do aluno, a própria visão da ciência, e da Física em particular, geralmente entendida e repassada para o aluno como um produto acabado.

Como se pode perceber, alguns dos fatores apresentados como possíveis causas do desempenho aquém do aluno, da falta de motivação para o estudo da Física e, possivelmente, da referida aversão por essa disciplina, são estruturais e fogem ao controle do profissional do ensino. Outros, porém, são específicos e podem ser resolvidos pelo próprio professor, pois dependem, em boa parte, de sua ação pedagógica em sala de aula. (BONADIMAN E NONENMACHER, 2007, p. 196).

Há várias críticas em relação ao ensino de Física praticado nas escolas. Os PCNs trazem uma visão que corrobora para entender os problemas enfrentados em sala de aula, quando citam que o ensino por muitas vezes é distanciados do cotidiano do aluno e possui conhecimentos sem aparente significado para o estudante.

O ensino de Física tem-se realizado freqüentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado. Privilegia a teoria e a abstração, desde o primeiro momento, em detrimento de

um desenvolvimento gradual da abstração que, pelo menos, parta da prática e de exemplos concretos. Enfatiza a utilização de fórmulas, em situações artificiais, desvinculando a linguagem matemática que essas fórmulas representam de seu significado físico efetivo. Insiste na solução de exercícios repetitivos, pretendendo que o aprendizado ocorra pela automatização ou memorização e não pela construção do conhecimento através das competências adquiridas. (BRASIL, 1999, p.48).

A proposta curricular de Santa Catarina reforça essa ideia, quando cita que, a Física no Ensino Médio, frequentemente, tem se reduzido a um treinamento para a aplicação de fórmulas na resolução de problemas artificialmente formulados ou simplesmente abstratos, cujo sentido escapa aos estudantes e, não raro, também aos professores. Afirma que além de razões históricas, o que reforça tal tipo de ensino de física é a expectativa de que sirva como preparo eficiente para os exames vestibulares, de acesso ao nível superior. Argumenta que além de levar a uma mediocrização do aprendizado, automatizando ações pedagógicas, tal ensino nem sequer serve adequadamente à preparação para o ensino superior, pois a postura de memorização sem compreensão, conduz ao esvaziamento do sentido das fórmulas matemáticas, que expressam leis fundamentais ou procedimentos científicos, levando enfim a um falso aprendizado. (SANTA CATARINA, 1998).

Nesse sentido, Bonadiman e Nonenmacher (2007) têm demonstrado preocupação quanto à imagem que as pessoas possuem da Física. Contam que quando o jovem estudante ingressa no Ensino Médio, proveniente do Ensino Fundamental, vem estimulado pela curiosidade e imbuído de motivação na busca de novos horizontes científicos. Dizem que é notória a expectativa com relação ao estudo da Física, mas que, na maioria das vezes e em pouco tempo, o contato em sala de aula com esse novo componente curricular torna-se uma vivência pouco prazerosa e, muitas vezes, chega a constituir-se numa experiência frustrante que o estudante carrega consigo por toda a vida. Citam que por esse motivo, para muitas pessoas, após cursarem o Ensino Médio, falar em Física significa avivar recordações desagradáveis. Argumentam que isso é verdade, pois muitas vezes não se esquece facilmente um professor de Física e é muito comum ouvir expressões como “Física é coisa para louco”, reveladoras da imagem que os estudantes formam da Física na escola.

A defesa que se faz para que o ensino de física seja mais atrativo, envolve modificar a metodologia de ensino do professor e relacionar os conteúdos com o cotidiano do aluno. Na visão de Bonadiman e Nonenmacher (2007), dentro daquilo que pode ser feito para que as pessoas construam uma imagem mais positiva da Física e para que os estudantes tenham maior interesse pelo estudo desta ciência e, assim, melhorem seu aprendizado, são de grande importância os fatores de cunho metodológico, pois estes têm a ver com a maneira como a disciplina é ensinada nas escolas. Assim, muitas das dificuldades enfrentadas pelo professor de Física em sala de aula, principalmente as relacionadas com a questão do gostar e do aprender, podem ser contornadas por ele mesmo, com o auxílio de uma metodologia adequada de ensino.

O aprender, em Física, está associado a muitos fatores, mas um é extremamente fundamental: o gostar. E o gostar tem muito a ver com a forma como a Física é ensinada e qual a ênfase dada no fazer pedagógico do professor. Nesse sentido, entende-se que deve ser uma Física para a vida, que no entendimento de Bonadiman e Nonenmacher (2007) seja capaz de motivar o aluno para o estudo e, deste modo, propiciar condições favoráveis para o gostar e para o aprender. Assim, é necessário que o estudante perceba a importância dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula, tanto para a sua formação como para a sua vida. Para isso ocorrer, o professor necessita atribuir significado à Física por ele ensinada na escola, e necessariamente conseguir responder a questão formulada por muitos

estudantes que é o “para quê serve isso?”. Pois caso a Física ensinada na escola não atenda a essa expectativa, o estudante se sentirá desprovido de motivação e, em pouco tempo, seu interesse para o estudo se transformará numa obrigação curricular a ser cumprida sem entusiasmo.

2.2 Concepções de ensino de física: conceitos x formalismo matemático

Procurando entender mais sobre os problemas enfrentados no aprendizado de física, observa-se que as concepções de ensino de física do professor influenciam diretamente nessa situação, pois a forma com que os docentes ensinam a disciplina pode gerar motivação ou desmotivação no aluno.

É preciso entender que há várias concepções de ensino de física, mas podemos dicotimizá-las em conceitual e matematizada. Levando em conta tal polarização, temos duas vertentes bem distintas: a linha conceitual, que é pautada na compreensão de fenômenos físicos por meio da discussão, do debate e do enfrentamento de idéias, onde a utilização de fórmulas matemáticas auxilia a quantificação dos fenômenos, mas apenas é utilizada após os alunos compreenderem os conceitos envolvidos; e a concepção matematizada, que dá maior ênfase às equações e à memorização de leis e fórmulas para a posterior aplicação na resolução de problemas e, pelo qual a Física é entendida como um conhecimento pronto que deve ser transmitido aos alunos (CARVALHO JÚNIOR, 2002).

Pesquisas apontam que durante muito tempo, houve o predomínio da concepção matematizada, que tem como base um ensino baseado na manipulação de equações, sem o questionar/dialogar com a teoria Física associada, não abrindo, portanto, espaço para discussões mais elaboradas e não oportunizando o exercício da argumentação. Essa forma de ensino de Física, que predominou nos anos dos governos militares e ainda está presente em escolas, obriga os alunos a obedecer aos desígnios das fórmulas, calcular o que foi pedido ou ordenado e apresentar resultados, que em sua maioria, estão desconectados da sua realidade. Ainda hoje observamos sua utilização, principalmente em escolas que praticam um ensino voltado à repetição mecânica de conhecimentos, onde o professor é tido como o detentor das verdades científicas, e o aluno é concebido como mero receptor do conhecimento Físico estabelecido. Esse ensino matematizado ganhou destaque ao longo dos anos 60 e 70, quando as competências maiores de um aluno no campo da Física estavam relacionadas à resolução de problemas numéricos em que a dificuldade não estava centrada no conceito Físico e, sim, nas relações matemáticas exigidas, nas operações efetuadas e no desenvolvimento de expressões algébricas para atingir resultados. Essa visão pragmática em relação à Ciência, até hoje é muito forte por parte de alguns alunos e de suas famílias, que não conseguem distinguir completamente a física da matemática (CARVALHO JÚNIOR, 2002).

A concepção conceitual, por sua vez, está calcada em habilidades cognitivas que ultrapassam a simples aplicação na fórmula. Não se trata de negar, com isso, a importância da Matemática para o desenvolvimento da Física, pelo contrário, ressignifica-se a sua utilidade e importância. Portanto:

Na concepção conceitual, o aluno é colocado diante de situações vivenciais e concretas sobre a Física, o que, sem dúvida, representa um grande avanço em direção a uma prática pedagógica situada e repleta de significados. Toda a mudança de paradigma que se está sendo indicada atinge, também, o conceito de excelência acadêmica. De uma opressão pelos desígnios das fórmulas passa-se a uma libertação pela análise dos conceitos (CARVALHO JÚNIOR, 2002).

Carvalho Júnior (2002) afirma ainda que o professor que pretende trabalhar nesta perspectiva deve estar preparado para transgredir, questionar e contrapor vários mitos a respeito do ensino de Física. Diz que é possível que o docente enfrente questionamentos por parte dos pais dos alunos que foram formados à luz da concepção matematizada e, portanto, acham que a Física se resume a um grande grupo de equações. Aponta que os próprios currículos e vários livros didáticos ainda não estão em perfeita sintonia com essa nova concepção de ensino, enfatizando, em vários momentos, aspectos por demais matematizados em detrimento de uma discussão mais aprofundada da base conceitual da Física. Lembra que há muitas variáveis envolvidas no processo educativo que podem influenciar a prática do professor. Cita que existem educadores que acreditam que o ensino de Física deve ser feito fundamentalmente no campo conceitual, mas que fazem parte de um sistema que exige um ensino tecnicista, e que mesmo crendo na linha conceitual, eles são levados, em alguns momentos, a ter uma postura puramente matematizada para atender a pressões dos alunos (e suas famílias) que querem prestar exames de admissão em certas universidades, cujas provas são por demais matematizadas. Enfatiza ainda que há outros tipos de professores, que são aqueles que acreditam na concepção matematizada e que, no entanto, posam de libertários, utilizando o discurso para obscurecer uma postura que não seria bem aceita em certos meios.

No entanto, é preciso ter clara a importância do formalismo matemático no ensino de física, que não pode ser relegado ou apontado como “vilão” no ensino de física e empecilho para o seu aprendizado. Pois, até mesmo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) destacam a importância dessas duas concepções de ensino:

Muitas vezes o ensino de Física inclui a resolução de inúmeros problemas, onde o desafio central para o aluno consiste em identificar qual fórmula deve ser utilizada. Esse tipo de questão, que exige, sobretudo, memorização, perde sentido se desejamos desenvolver outras competências. Não se quer dizer com isso que seja preciso abrir mão das fórmulas. Ao contrário, a formalização matemática continua sendo essencial, desde que desenvolvida como síntese dos conceitos e relações, compreendidas anteriormente de forma fenomenológica e qualitativa (BRASIL, 2006).

Cabe salientar, com essa explanação acima, que não se deve abandonar a utilização de fórmulas, que são equações que usadas para expressar o conhecimento da física. A proposta é que o formalismo matemático seja compreendido como uma forma de sintetizar os conceitos e promover relações com os fenômenos físicos. Ou seja, a ideia de tomar apenas uma concepção como correta e que deve ser seguida, é contrária a aquilo que recomendam os PCNs.

2.3 As equações matemáticas no ensino de física

A utilização de equações matemáticas no ensino de física possui grande importância, por ser uma forma de expressar os conhecimentos físicos. Seu uso, no entanto, tem sido feito com relativo exagero, como já citado anteriormente, gerando assim desinteresse nos estudantes. Uma parte significativa de alunos alega aversão ao ensino de física principalmente pelos cálculos que são realizados em física, que na opinião destes, são classificados como “chatos” de serem feitos.

Segundo Anjos, Caballero e Moreira (2010), o ensino da Física normalmente ocorre com ênfase nas equações matemáticas ou fórmulas, que em grande parte são usadas pelos professores como modelos conceituais para tentar expressar os conceitos físicos e a fenomenologia dos conteúdos estudados. Essas expressões matemáticas são apresentadas como uma espécie de síntese dos conteúdos, ao tempo são estratégias encontradas para responder questões, resolver situações-problema e até mesmo elucidar o fenômeno em estudo.

Nesse caso, deve-se ter cuidado com o uso dessas equações, questionando o que há por trás delas, e refletindo em sua prática se são expressões que representam matematicamente as leis, os princípios, os teoremas ou simplesmente relacionam variáveis-conceito entre si. Em muitos casos, o que se nota, é a substituição de valores nas fórmulas, que acaba tornado o ensino de física desvinculado do cotidiano e dessa forma, desmotivante e enfadonho. É perceptível a preocupação existente na atualidade com a forma com que as expressões vêm sendo utilizadas em sala de aula, pois é através das equações que uma parcela significativa de professores realiza o ensino de física. Mas, é preciso reflexão sobre o seu uso, que se for feito de maneira inadequada e descuidada, pode resultar em um ensino fracassado e distante daquilo que se objetiva.

Anjos, Caballero e Moreira (2010) ressaltam que as equações matemáticas desempenham um papel de fundamental importância no ensino da Física, em particular no processo de conceitualização, por constituírem-se em representações simbólicas usadas pelos professores para dar significado aos conceitos e, assim sendo, a sua utilização deve ser objeto de atenção para quem as usa no planejamento e desenvolvimento de sequências didáticas junto aos alunos em atividades de estudo. Além disso, os autores colocam a necessidade de elaborar e implementar estratégias metodológicas que favoreçam a elaboração de representações, permitindo, assim, aos estudantes perceberem as equações matemáticas como uma linguagem especial, elemento estruturante, de poder preditivo. Com isso, será possível ir além do uso de simples fórmulas ou receitas para resolução mecânica e algorítmica de questões e situações-problema, que na opinião destes constitui para os estudantes, um obstáculo pedagógico para a aprendizagem significativa dos conteúdos da Física.

2.4 Relações entre matemática e física no ensino

As relações entre matemática e física são de vital importância, porém, de maneira geral, o que tem sido presenciado é um distanciamento entre essas disciplinas, que na maioria das vezes, são trabalhadas de forma independente pelos professores, o que tem contribuído para que os estudantes não verifiquem as inter-relações existentes entre elas.

Karam (2007) analisou a forma como essas duas disciplinas vêm sendo desenvolvidas em nossas escolas e observou que os próprios livros didáticos não conciliam os conteúdos de cada série, o que diminui ainda mais as possibilidades de integração entre as disciplinas e reforça essa situação de distanciamento e independência do ensino dessas disciplinas.

Não é preciso um grande esforço para perceber que essas duas áreas vêm sendo tratadas de forma independente e que, dessa forma, nossos estudantes não têm percebido suas inter-relações. Basta observarmos os índices dos principais livros didáticos do Ensino Médio, por exemplo, para concluir que não existe preocupação alguma com uma distribuição de conteúdos que possa conciliar os objetivos de ambas as disciplinas. No ensino superior encontramos situação

semelhante, pois não se costuma pensar em uma abordagem integradora ao se estruturar um currículo (KARAM, 2007).

A falta de integração é bastante clara nos currículos dos cursos superiores, pois existe uma visão equivocada de se pensar que o conhecimento matemático deve anteceder o conhecimento da física. Esse pensamento também é observado nos demais níveis de ensino, onde também existe uma nítida separação entre a matemática e a física. No ensino superior, essa situação está muito presente principalmente nos cursos das áreas exatas, que têm por costume iniciar com unidades curriculares em que são trabalhados primeiramente os fundamentos matemáticos, para posteriormente mostrar as aplicações em Física.

Baseando-se na idéia de que seja necessário dominar o ferramental matemático primeiramente, os cursos da área de exatas iniciam com disciplinas matemáticas, como Cálculo e Geometria Analítica, para posteriormente mencionar aplicações das mesmas nas disciplinas da Física. Essa postura [...] é contrária ao próprio desenvolvimento histórico desses conteúdos (KARAM, 2007).

As próprias concepções dos professores reforçam esse pensamento. Em relação aos posicionamentos dos professores destas duas disciplinas, Pietrocola (2002) destaca que, na Física, os professores gostariam que seus alunos chegassem à sala de aula com os pré-requisitos matemáticos completos. Em contrapartida, os professores de Matemática não aceitam, com razão, que sua disciplina seja pensada apenas como instrumento para outras disciplinas, e impõem uma programação que nem sempre se articula com aquela da Física.

Em geral, os professores destas duas áreas não têm o costume de dialogar e, por isso, perdem uma grande oportunidade de se ajudar mutuamente. Os de Matemática vêem sua disciplina como um “castelo” isolado e independente de outros conhecimentos, enquanto que os professores de Física, em geral, costumam colocar a culpa pelo fracasso dos estudantes em sua disciplina na falta de domínio do ferramental matemático de seus alunos, isentando-se de responsabilidade (KARAM, 2007). Segundo Pietrocola (2002), admitir que a maioria dos problemas do aprendizado da Física está no domínio da Matemática reflete um posicionamento epistemológico ingênuo, pois se atribui à segunda uma função de instrumento da primeira.

Dessa forma, contrariamente às suas raízes epistemológicas, Matemática e Física vêm sendo trabalhadas de forma totalmente desconexa e independente em nossas escolas. A atualização dos Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio (PCNEM +) critica este tipo de postura e recomenda que se repense a grade curricular visando uma integração das disciplinas:

As características comuns à Biologia, à Física, à Química e à Matemática recomendam uma articulação didática e pedagógica interna à sua área na condução do aprendizado, em salas de aula ou em outras atividades dos alunos. [...] Uma organização e estruturação conjuntas dos temas e tópicos a serem enfatizados em cada etapa também facilitarão ações integradas entre elas, orientadas pelo projeto pedagógico da escola (BRASIL, 2002, p.23).

Karam (2007) salienta ainda que é justamente dentro desta perspectiva de ações integradas que pensa que seja possível uma abordagem interdisciplinar para o ensino de Matemática e Física, com os objetos matemáticos ganhando significado a partir de exemplos concretos de fenômenos físicos e estes fenômenos sendo modelizados pela linguagem matemática.

Esta preocupação em abordar a importância de uma disciplina para a outra no contexto escolar, fica clara quando Pietrocola (2002) defende que:

Se a matemática é a linguagem que permite ao cientista estruturar seu pensamento para apreender o mundo, o ensino de ciências deve propiciar meios para que os estudantes adquiram esta habilidade. [...] não se trata apenas de saber Matemática para poder operar as teorias físicas que representam a realidade, mas saber apreender teoricamente o real através de uma estruturação matemática (PIETROCOLA, 2002, p.110-111).

Karam (2007) enfatiza ainda a importância de se pensar em sequências didáticas que abordem a Matemática como estruturante do conhecimento físico e evidencie o papel da Física como motivação para o surgimento dos conceitos matemáticos. Diante do exposto, faz-se necessário pensar em alternativas e estratégias didáticas para levar as discussões sobre as relações entre Matemática e Física no âmbito escolar, inclusive em sala de aula.

2.4.1 A importância da matemática para a física e vice-versa

Qual é a importância da matemática para a física e vice-versa? Uma questão que, para muitos, aparentemente parece simples de se responder, mas que gera polêmica, pois existem inúmeros posicionamentos, principalmente pelo desconhecimento da significativa importância que uma área tem para a outra. Se houvesse maior compreensão, as relações entre as duas seriam muito mais evidentes e seria dada maior importância uma à outra.

Karam (2007) pesquisou o que pensam físicos e matemáticos e constatou que em sua maioria, os físicos dizem que a Matemática é uma ferramenta para a descrição dos fenômenos físicos e que a Física utiliza modelos matemáticos para o estabelecimento das leis da natureza. Já um matemático, quando indagado sobre a importância da Física para o desenvolvimento de sua área, associa esta a uma aplicação de sua atividade ao mundo “real”.

Em se tratando de modelo matemático, Bassanezi (2004) entende que é um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam o objeto estudado, o qual expressa e interpreta uma ou mais hipóteses de maneira quantitativa. Assim, a importância de um modelo matemático reside no fato de possibilitar a expressão de nossas ideias de maneira clara, em uma linguagem concisa e universal.

Ou seja, para a física, os modelos matemáticos são muito importantes, pois são usados para representar e/ou significar a teoria da física. Assim, a matemática constitui em uma linguagem que estrutura o conhecimento da física.

Pinheiro, Pietrocola e Alves Filho (2001) propõem a noção de Matemática como sendo estruturante do conhecimento físico. Segundo estes, ela é o “esqueleto” que sustenta o “corpo” da Física. Assim sendo, a Matemática fornece um conjunto de estruturas dedutivas, por meio das quais se expressam as leis empíricas ou os princípios teóricos da Física. Nesse caso, ela é uma forma de linguagem e ferramenta, por meio da qual são estruturadas as relações entre os elementos constituintes de uma teoria.

Em sua reflexão sobre a importância da linguagem matemática para descrição das leis da Física, Poincaré (1995) aponta que para enunciar as leis da física é preciso uma linguagem especial, uma vez que a linguagem corrente é demasiadamente pobre e muito vaga para exprimir relações tão delicadas, tão ricas e tão precisas. Portanto, a primeira razão pela qual o físico não pode dispensar a matemática, é porque ela lhe fornece a língua que ele pode falar. Karam (2007) possui a mesma ideia, quando salienta que a física não pode dispensar a Matemática, uma vez que ela o fornece a linguagem, a estrutura e o torna capaz de generalizar suas leis.

Mas quanto ao matemático? Pode ele relegar a importância da Física? A Física é importante para o desenvolvimento da Matemática? Poincaré (1995) procurou refletir sobre esta questão e chegou à conclusão de que o matemático depende tanto da Física como o inverso. Diz que são os problemas reais, apresentados pelos físicos, as fontes de motivação para a criação de novas teorias matemáticas. Argumenta ainda que o matemático não deve ser para o físico um simples fornecedor de fórmulas. Cita que é preciso que haja entre eles uma colaboração mais íntima. Comenta também que os físicos não auxiliam os matemáticos apenas fornecendo-os problemas, mas também na solução destes através da sugestão de raciocínios e demonstrações baseados em imagens e analogias físicas. Muitas vezes, é só através dessas imagens e analogias que os matemáticos conseguem construir um melhor entendimento sobre objetos extremamente abstratos como, por exemplo, as funções de variáveis complexas.

2.4.2 A matemática como estruturante do conhecimento físico e suas implicações para o ensino de física

A parte matemática na física, representada em geral, pelos cálculos através de fórmulas, é tida como a mais “chata” para um representativo número de alunos, que pensam que atividades experimentais poderiam ganhar mais espaço. No entanto, o que se nota, é que uma parcela significativa de professores ainda insiste em um ensino estritamente “matematizado e desconectado” do cotidiano do aluno, o que distancia e desmotiva ainda mais esses estudantes. Outro grupo de professores, em contrapartida, acaba por ignorar a linguagem matemática e opta por um ensino que privilegia os conceitos físicos, porém se esquece que a matemática é essencial para expressar vários conhecimentos em física. Nesse sentido, nota-se que ainda não existe um claro entendimento por parte de vários professores do papel da matemática no ensino de física, o que favorece ainda mais os problemas de motivação e de aprendizagem na disciplina.

Em consonância, está Pietrocola (2002), quando menciona que as dificuldades enfrentadas no ensino das ciências muitas vezes acabam por induzir os professores a procurarem problemas onde eles não existem, como, por exemplo, quando acreditam que seus alunos não aprendem os conteúdos ministrados por insuficiente formação matemática, em que subjaz a idéia de que a Física se vale da Matemática, enquanto instrumento para enunciar suas leis e princípios. O autor cita que existe uma relação muito mais complexa entre ambas as disciplinas, que faz da Matemática um estruturante do conhecimento físico e enfatiza que esta relação possui profundas implicações para o ensino de Física.

Partindo do pressuposto que a Matemática estrutura o pensamento físico, Karam e Pietrocola (2009), citam pesquisas que têm sugerido a idéia de que a Matemática usada na resolução de problemas de Física é semanticamente diferente da ensinada por professores de Matemática. Dessa forma, defendem que, além das habilidades técnicas rotineiramente aprendidas nas disciplinas de Matemática, é preciso também desenvolver habilidades estruturantes que trabalhem a capacidade dos estudantes em empregar o conhecimento matemático para estruturar situações físicas.

Assim, Pietrocola (2002) propõe duas categorias para analisar a aprendizagem de Matemática dos estudantes e sua relação com a compreensão/modelagem dos fenômenos do mundo físico: habilidades técnicas e habilidades estruturantes.

A primeira categoria refere-se ao campo da Matemática relacionado ao domínio instrumental de algoritmos, regras, fórmulas, gráficos, equações, ou seja, habilidades que são desenvolvidas no contexto do ensino da Matemática e que nem sempre estão

relacionadas com qualquer tipo de aplicação e/ou situação-problema. Muitos professores de Física vinculam o insucesso de seus estudantes à falta dessas habilidades técnicas quando dizem que seus estudantes não sabem dividir com vírgula, isolar uma variável, construir um gráfico, resolver uma equação, calcular um determinante...

O uso da Matemática na Física tem um objetivo diferente, pois se destina a representar sistemas físicos, ao invés de expressar relações abstratas. Redish (2005) argumenta que a Matemática utilizada na Física possui uma semiótica diferente: "é quase como se a 'linguagem' da Matemática que se usa na Física fosse diferente daquela ensinada pelos matemáticos". Na condição de físico, o autor enumera algumas diferenças em relação à matemática. Cita que os físicos dão nomes diferentes às constantes e às variáveis, ocultam/ofuscam a distinção entre constantes e variáveis, utilizam símbolos para representar idéias em vez de quantidades; misturam as "coisas da Física" com "coisas da Matemática" quando interpretam as equações; atribuem significado aos símbolos.

Tuminaro (2004) também defende que a Matemática utilizada na Física possui uma semântica diferente daquela ensinada pelos professores de Matemática. Sua defesa é fundamentada em três dimensões: 1) os estudantes têm dificuldade de mapear/traduzir conceitos dos cursos de Matemática para os cursos de Física; 2) existem diferenças ontológicas entre a Matemática ensinada nos cursos de Matemática e a Matemática necessária nos cursos de Física (citando como exemplos as diferenças entre Força e Resultante das Forças, constantes universais e parâmetros experimentais, variáveis dependentes e independentes, condições iniciais e de contorno, etc.) e 3) os estudantes acham que existe uma diferença entre a "Matemática das aulas Física" e a "Matemática das aulas de Matemática" (essa afirmação é baseada na análise das falas dos próprios estudantes).

A segunda categoria proposta por Pietrocola (2002) foi intitulada habilidades estruturantes e é entendida pelo autor como a capacidade de se fazer um uso organizacional da Matemática em domínios externos a ela (especialmente em Física). Em outras palavras, podemos entendê-la como a habilidade de pensar matematicamente os fenômenos do mundo físico, ou, de ler esse mesmo mundo por meio de uma linguagem matemática, ou ainda, de estruturar o mundo físico por meio da matemática.

Nesse sentido, Karam e Pietrocola (2009) salientam que não basta saber operar mecanicamente as "ferramentas" matemáticas como funções, logaritmos, matrizes ou vetores. É necessário identificar os aspectos essenciais dessas estruturas para utilizá-las no processo de modelização de fenômenos físicos. Dessa forma, eles defendem que o domínio de operações, regras e técnicas em Matemática (habilidades técnicas) é condição necessária, mas não suficiente, para se fazer um uso organizacional da mesma em domínios externos a ela, ou seja, é preciso que sejam desenvolvidas outras habilidades, as quais chamam de estruturantes, para que o estudante seja capaz de pensar matematicamente para resolver problemas de Física. Propõem que a busca pelo desenvolvimento de habilidades estruturantes no ensino de Física passa pela discussão sobre modelos e modelização.

2.4.3 Modelagem matemática no ensino-aprendizagem de física

A física utiliza de modelos matemáticos para estruturar as suas teorias, e por isso, seu uso deve ser feito de maneira a proporcionar a ocorrência da aprendizagem significativa dos conteúdos. No entanto, existe uma série de críticas à forma com que os modelos matemáticos têm sido desenvolvidos em sala de aula pelos professores de física, que resultam em um ensino tido como desmotivante. Acredita-se que isso ocorre pela falta de

entendimento do que vem a ser um modelo matemático e a forma como deve ser desenvolvido em sala de aula.

Bassanezi (2004) cita um modelo matemático como um conjunto de símbolos e relações matemáticas que representam de alguma forma o objeto estudado. No entanto, não se pode conceber um modelo matemático apenas como uma fórmula. Um modelo matemático pode ser uma tabela, um gráfico, um programa computacional, uma equação diferencial, uma equação algébrica, entre outros (BIEMBENGUT e HEIN, 2003).

Assim, vemos que a Física está repleta de modelos matemáticos. Isso se deve principalmente ao fato dela ter se desenvolvido com base na construção de modelos. Pinheiro, Pietrocola e Alves Filho (2001, p. 32) afirmam que “o conhecimento científico, e mais especificamente o conhecimento físico, é constituído por teorias, que são estruturadas por modelos”.

A modelagem é um processo que começa pela observação de um fenômeno, seguido de sua matematização e posterior obtenção de um modelo matemático. Ao observar um fenômeno é comum que se levantem alguns problemas ou perguntas científicas sobre o seu “funcionamento” no intuito de maior compreensão (BASSANEZI, 2004, p. 28). Essas perguntas geram hipóteses a serem pesquisadas, depois as pesquisas resultam em dados matemáticos que serão organizados em um modelo matemático, que pode ser uma tabela, um gráfico ou uma equação, por exemplo.

Chaves (2004, p. 47) entende a modelagem matemática como

(...) um ambiente de ensino e de aprendizagem no qual o professor, através de problematizações de situações com referência na realidade, oportuniza ao aluno a construção de modelos matemáticos, sobre os quais ele faça inferências e/ou projeções, cabendo ao professor o acompanhamento das atividades, no sentido de conduzir o aluno na/para a construção do conhecimento matemático previsto no conteúdo programático da escola.

Para Barbosa (1999), o professor efetiva a modelagem matemática no ensino, quando ocorrem os seguintes passos: Escolha de um tema central para ser desenvolvido pelos alunos; recolhimento de dados gerais e quantitativos que possam ajudar a elaborar hipóteses; seleção das variáveis essenciais envolvidas nos problemas e formulação das hipóteses; sistematização dos conceitos que serão usados na resolução dos modelos; interpretação da solução (analítica e, se possível, graficamente); validação dos modelos.

O mesmo autor configura o ambiente de aprendizagem da modelagem matemática através de três níveis ou zonas de possibilidades:

- Nível 1- Trata-se da “problematização” de algum episódio “real”. A uma dada situação, associam-se problemas. A partir das informações qualitativas e quantitativas apresentadas nos texto da situação, o aluno desenvolve a investigação do problema proposto.

- Nível 2- O professor apresenta um problema aplicado, mas os dados são coletados pelos próprios alunos durante o processo de investigação.

- Nível 3- A partir de um tema gerador, os alunos coletam informações qualitativas e quantitativas, formulam e solucionam problemas (BARBOSA, 2001).

Para Angell et al. (2008), os estudantes deveriam ser capazes de elaborar modelos a partir da identificação de variáveis e interpretação de equações, além de construir várias representações dos mesmos e transitar por elas. Salientam que há diferentes maneiras de se representar um fenômeno físico, pode ser conceitualmente (utilizando palavras, mencionando conceitos e princípios), matematicamente (a partir de relações algébricas - fórmulas), graficamente (construindo um gráfico relacionando as quantidades envolvidas), pictoricamente (desenhando esquemas e figuras que representem o fenômeno),

experimentalmente (realizando e interpretando um experimento). O passo a seguir é partir do problema do "mundo real" e formular/mapear um modelo matemático.

Para Malvern (2000, p. 77), "pensar como um físico significa pensar em modelos matemáticos". Contudo, o processo de construção desses modelos (modelização) raramente é abordado no ensino e, de uma maneira geral, os alunos são apresentados a modelos prontos, encarados como espelhos fiéis da realidade e sem qualquer tipo de contextualização histórica (PINHO-ALVES et. al, 2001).

Portanto, fica evidente a necessidade de se usar melhor os modelos matemáticos nas aulas de física, pois, na atualidade, o que se nota, é que os modelos são dados de forma "pronta", o que resulta na desmotivação nos estudantes. Assim, é preciso que se repense a maneira como são trabalhados os modelos, que não podem resultar em uma simples dedução de fórmulas, pois um modelo matemático é uma criação, que depende de um ambiente favorável à sua execução. É necessária a busca por metodologias ou estratégias que oportunizem, de fato, um ensino de Física contextualizado e motivador. Deste modo, a modelagem matemática parece gerar um ambiente de aprendizagem que favorece, não somente a contextualização e a motivação, mas também a interdisciplinaridade entre Física e Matemática.

2.5 Exercícios e problemas: existem diferenças?

Uma crítica contundente em relação ao ensino de física recai sobre o formalismo matemático, principalmente por causa dos exercícios feitos em sala de aula. Entre os motivos apontados, é que estes se diferem muito da vida do aluno e resultam em uma aprendizagem mecânica (mnemônica) dos conteúdos de Física. Há um consenso geral de que as questões em física deveriam representar situações problemas para os alunos, de modo a tornar o ensino mais instigante e propiciar uma aprendizagem significativa.

No entanto, entre os professores de física no Ensino Médio não existe uma clara diferenciação entre problemas e exercícios. Isso ficou evidente no questionário realizado nesta pesquisa, cuja análise poderá ser vista mais adiante nos comentários sobre os dados do questionário de pesquisa.

Buscando delinear as diferenças fundamentais entre problemas e exercícios, encontramos diversos pesquisadores que enfatizam as várias características que diferem um caso do outro.

Peduzzi (1997) e Clement, Terrazzan e Nascimento (2003) dizem que em um exercício, independentemente de sua natureza, o que se observa é o uso de rotinas automatizadas como consequência de uma prática continuada. Ou seja, as situações ou tarefas com que o indivíduo se depara já são dele conhecidas, não exigindo nenhum conhecimento ou habilidade nova, podendo, por isso mesmo, ser superadas por meios ou caminhos habituais. Oliveira, Moreira, Muenchen (2011) acrescentam que os exercícios focam o aspecto matemático da Física, e por isso muito se perde do conteúdo teórico que valida tais aspectos. Assim, argumentam que o aluno solucionador de exercícios se torna capaz de repetir com eficácia métodos matemáticos de resolução, mas muitas vezes não os associa a tópicos da Física e tampouco os submete às leis dessa mesma ciência para justificar algum cálculo específico.

Já no caso de problemas, Peduzzi (1997) salienta que uma dada situação, quantitativa ou não, caracteriza-se como um problema para um indivíduo quando, procurando resolvê-la, ele não é levado à solução de uma forma imediata ou automática, e o solucionador se envolve em um processo que requer reflexão e tomada de decisões sobre uma determinada

sequência de passos ou etapas a seguir. Para Oliveira, Moreira, Muenchen (2011) a resolução de problemas propõe uma abordagem diferente daquela vista nos exercícios, uma vez que valoriza a construção do raciocínio do aluno enquanto formula hipóteses que o levem a uma solução para o problema – não a uma única solução correta, como um valor pré-determinado ou uma expressão padronizada de grandezas.

Pensando assim, nota-se que a solução de um problema sempre abrange respostas diversas, a partir das hipóteses e justificativas que a acompanham. Além disso, devido ao caráter mais expansivo e exploratório dos problemas, a aprendizagem da Física, em seu aspecto matemático e também teórico, se dá de forma mais completa e sólida por meio de problemas.

No entanto, Delizoicov (2001, p. 132-133) defende que os problemas devem ter o potencial de gerar no aluno a necessidade de apropriação de um conhecimento que ele ainda não tem e que ainda não foi apresentado pelo professor. Dessa forma, é preciso que o problema formulado tenha uma significação para o estudante, de modo a conscientizá-lo de que a sua solução exige um conhecimento que, para ele, é inédito.

O trabalho com problemas no Ensino de Física é, portanto, de grande importância na formação dos alunos devido ao seu caráter mais abrangente. Entretanto, grande parte dos professores, na tentativa de utilizar problemas em sala de aula, comete um equívoco muito comum, que é continuar a abordar os problemas como simples exercícios de aplicação, restringindo-os quanto à diversidade de soluções e omitindo dos alunos a oportunidade de discutir e analisar as diferentes hipóteses e idéias que permeiam a sua solução. (OLIVEIRA, MOREIRA, MUENCHEN, 2011).

No cenário atual, o que acontece, na maioria das vezes, é que os alunos não aprendem a resolver problemas, apenas memorizam resoluções apoiadas em aplicações de fórmulas, que lhes são apresentadas pelos professores como simples exercícios. Podemos também ressaltar o fato de que, apesar de muitos professores afirmarem trabalhar com problemas em suas práticas didático-pedagógicas, o que realmente fazem é a resolução de simples exercícios. Aqui vemos como necessária uma distinção concreta entre o que podemos considerar um problema e o que se apresenta como um simples exercício. (CLEMENT, TERRAZAN E NASCIMENTO, 2003).

Gil et al. (1992) destacam também que os problemas são explicados como algo que se sabe fazer, como algo cuja solução se conhece e que não gera dúvidas nem exige tentativas. Cita que o professor conhece a situação (para ele não é um problema) e assim explica linearmente, com toda clareza. Consequentemente os alunos podem aprender tal solução e repeti-la diante de situações idênticas, mas não aprendem a abordar um verdadeiro problema e qualquer mudança lhes impõe dificuldades insuperáveis, provocando o abandono.

Portanto, a didática do professor também interfere na motivação do aluno para a resolução de problemas. Nesse sentido, deve haver um aprofundamento maior sobre como ocorre a explicação de questões de física em sala de aula.

2.6 A “didática” de resolução de problemas

Os percalços encontrados na resolução de problemas no ensino de física são muitos. Os professores, em geral, culpam a falta de fundamentos de matemática nos alunos como o fator de maior dificuldade, mencionando que as dificuldades do aluno com a resolução de problemas são geralmente diagnosticadas como estando relacionadas a não compreensão, em níveis desejáveis, dos temas abordados e/ou a insuficientes conhecimentos

matemáticos. Os alunos, por outro lado, acusam principalmente a falta de exemplos similares que nem sempre são apresentados pelos professores, como um dos motivos para desistirem facilmente de resolver problemas em física.

No entanto, há estudos, que afirmam que a fonte do problema pode estar no professor, em especial, na didática empregada por este. Assim, o fracasso generalizado na resolução de problemas de Física, pode advir das deficiências do ensino habitual de resolução de problemas.

De acordo com Peduzzi (1997, p 230), o que se verifica particularmente na área do ensino da física, é que o professor, ao exemplificar a resolução de problemas, promove uma resolução linear, explicando a situação em questão como algo cuja solução se conhece e que não gera dúvidas nem exige tentativas. Ou seja, ele trata os problemas ilustrativos como exercícios de aplicação da teoria e não como verdadeiros problemas, que é o que eles representam para o aluno.

Villani (1991, p. 19) também vê que a fonte das dificuldades localiza-se na resolução de problemas, dizendo que o obstáculo pode estar mesmo no professor. Para ele, durante a fase de esquematização do problema o professor pode ter dificuldades em delinear as características relevantes do fenômeno analisado, podendo acontecer também de não conseguir encontrar quais são os princípios ou as relações significativas no caso. Já durante a fase de resolução o professor pode ser incapaz de introduzir as simplificações que tornam o problema efetivamente manipulável. E finalmente, a dificuldade pode advir da própria incapacidade de articular os instrumentos de resolução. O professor pode conhecer os princípios e as relações que devem ser utilizados, mas desconhecer a complementaridade dos vínculos que os princípios impõem, conseqüentemente ele perde a capacidade de explorar suas conseqüências.

Souza e Fávero (2003) mostram que os professores tendem a tratar a resolução de problemas como mera aplicação da teoria, parecendo desconhecer que teoria e resolução de problemas estão diretamente relacionadas. Nesse sentido, a teoria é importante para resolver problemas e estes são importantes para a aprendizagem de teoria.

Gil et al (1992) apontam que a orientação dada habitualmente à resolução de problemas tem contribuindo para reforçar essa situação. Citam a falta de uma prévia discussão qualitativa, anterior aos cálculos e às fórmulas, que constituem o passo seguinte. Insistem que a didática habitual de resolução de problemas costuma estimular a um operativismo abstrato, carente de significado, que pouco pode contribuir a uma aprendizagem significativa. Contam que se trata de um tratamento superficial que não se detém na clarificação dos conceitos e que os problemas, em vez de serem ocasião privilegiada para construir e aprofundar os conhecimentos, se convertem em reforço de erros conceituais e metodológicos. Por isso, colocam a necessidade de um replanejamento em profundidade, pois acreditam que as maiores dificuldades que o desenvolvimento de uma ciência encontra são derivadas de suposições implícitas, aceitas sem nenhum questionamento.

Peduzzi (1997) sugere que a resolução de problemas em física, não deve ser considerada pelo professor como uma atividade na qual o aluno, por esforço próprio e sem qualquer orientação específica, tenha necessariamente êxito se preparado conceitualmente para tal. Acredita que por constituir-se em um segmento do ensino com especificidades próprias e por vezes bastante peculiares, a resolução de problemas, não pode ser alijada ou pouco considerada no contexto geral das ações do professor como mediador do processo ensino-aprendizagem. Propõe que uma ampla discussão sobre este assunto, em sala de aula, seguramente resultará em um estudante melhor orientado e mais consciente de suas ações junto a este importante componente da sua aprendizagem em física.

Assim, pelo que foi exposto, fica clara a importância das orientações do professor na resolução de problemas, para que os alunos tenham menos dificuldades. Um planejamento, nesse sentido, faz diferença. Também, o professor necessita discutir, durante as aulas, com os alunos, procedimentos que os ajudem na resolução de problemas.

2.7 Estágios e estratégias para a resolução de problemas

A resolução de problemas é importante para o aprendizado dos conceitos de física, já que constitui uma etapa em que, para o professor, é possível observar as dificuldades e também as habilidades constituídas pelos alunos. No entanto, a resolução de questões em física tem se tornado uma tarefa enfadonha, desmotivando um número significativo de alunos, sobretudo, porque a maioria deles não consegue verificar a importância dessa atividade ou simplesmente não sabe executar os estágios básicos de resolução dos mesmos, ocasionando assim fracasso em física. Além disso, a resolução de problemas em Física tem sido muito criticada, sobretudo por reduzir-se à aplicação de dados em fórmulas ou algoritmos, não estabelecendo nenhum significado com o conceito físico.

Uma pesquisa realizada por Sousa e Fávero (2003, p. 19-20) apontou que “pelo menos a metade dos sujeitos vê a resolução de problemas como aplicação da teoria, isto é, aplicação e transferência de conhecimento adquirido”. Citam ainda que “o aluno não toma consciência de que a relação entre teoria e prática é interativa, de modo que é normal ter dificuldades em resolução de problemas, pois esta é também responsável pela aprendizagem da teoria”. Ante a isso, o aluno recorre ao uso mecânico de fórmulas como se estivesse nestas a aplicação da teoria que ele não consegue assimilar. Também se cria uma ilusão de que os alunos “resolvem os problemas”, uma vez que mecanizam os procedimentos de resolução, mas os resultados obtidos sequer são questionados e analisados com vistas a debater o fenômeno estudado, pois a resolução, em geral, encerra-se quando se obtém um resultado numérico. Neste caso, será que ocorreu uma aprendizagem significativa?

Dessa forma, verifica-se a necessidade de observar alternativas visando entender como essa atividade poderia ser mais prazerosa para os estudantes, estimulando-os a dar maior importância à sua execução. Nesse sentido, é notório que, um aprofundamento maior sobre os estágios de resolução de problemas e um estudo sobre o ensino de estratégias de resolução de questões aos alunos, poderia conferir maior sucesso ao ensino de física e resultar em menores índices de desmotivação com relação à disciplina.

Reif et al. (1976) buscaram identificar habilidades gerais as quais são necessárias para a compreensão das relações físicas e verificaram que isso ocorre quando um indivíduo demonstra as seguintes habilidades:

A) *Descreve e exemplifica*: o indivíduo é capaz de descrever a relação e dar um exemplo da mesma;

B) *Compreende as quantidades presentes na relação*: consegue identificar se as quantidades são números ou vetores, suas possíveis representações, unidades e magnitudes típicas; interpreta a relação em diversas representações semióticas como palavras, números, fórmulas, gráficos; reconhece as informações a partir das quais cada quantidade pode ou não ser encontrada e identifica semelhanças e diferenças entre cada quantidade e outras;

C) *Reconhece os contextos de aplicação da relação específica*: reconhece situações físicas nas quais a relação pode ou não ser aplicada; compara a relação com outras semelhantes; encontra uma expressão ou um valor para qualquer quantidade da relação e

ao obter valores diferentes de uma determinada variável, os compara com outra variável;

D) Organiza as relações: em uma situação física, identifica as relações aplicáveis e as usa sem confusão (REIF et al, 1976, p. 213).

Nesse sentido, o questionamento que se faz é sobre a possibilidade de ensinar aos estudantes algumas estratégias de resolução de problemas de Física. Echeverría e Pozo (1998) ressaltam que ensinar a resolver problemas é proporcionar aos alunos estratégias gerais, para que as apliquem cada vez que se encontrem com uma situação nova ou problemática.

Reif et al. (1976) defendem que é possível ensinar estratégias simples e descrevem quatro etapas presentes em sua estratégia instrucional, ou seja, etapas que são mencionadas e discutidas com os estudantes:

1) *Descrição:* Identifique as informações dadas e requeridas. Desenhe um diagrama da situação;

2) *Planejamento:* Selecione as relações pertinentes para resolver o problema e esboce a maneira como elas devem ser usadas;

3) *Implementação:* Execute o plano delineado no item anterior fazendo todos os cálculos necessários;

4) *Verificação:* Verifique cada um dos passos anteriores e analise se a resposta final faz sentido (REIF et al, 1976, p. 216).

Da mesma forma, Polya (1980) propõe uma série de passos na solução de problemas, baseado em observações que ele fez como professor de matemática, que não se limitam à didática de seu campo específico de trabalho. Para ele, primeiro temos de compreender o problema, perceber claramente o que é necessário. Segundo, temos de ver como os diversos itens estão inter-relacionados, como a incógnita está ligada aos dados, para termos a idéia da resolução, para estabelecermos um plano. Terceiro, é preciso executar o nosso plano e por fim, fazer um retrospecto da resolução completa, revendo-a e discutindo-a.

No entanto, Peduzzi (1997) enfatiza que a implementação prática das quatro fases de Polya em problemas de matemática, ou das sugestões de Reif à resolução de problemas de física, depende, fundamentalmente, do arcabouço teórico do solucionador, sob pena de resultarem estéreis se o mesmo não for minimamente adequado ou pertinente.

Além disso, há fatores que interferem na resolução de problemas e que são variáveis que de alguma forma afetam no resultado. Peduzzi (1997) afirma que:

Não há como negar que do ponto de vista psicológico variáveis como ansiedade, expectativas, intuição, sucesso, frustrações, etc. se fazem realmente presentes em qualquer tarefa de resolução de problema. O mesmo pode ser dito de parâmetros que sugerem ao solucionador uma certa organização ou melhor posicionamento em relação à situação-problema, como ler o enunciado do problema com atenção e circular a informação relevante, dividir o problema em partes ou subproblemas, analisar o resultado encontrado, etc.

Outra questão importante para ser debatida, é o pensamento errôneo de que é necessário domínio da teoria para executar a resolução de problemas. Para Peduzzi (1997), o que permite o acesso consciente e responsável do indivíduo em tarefas de resolução de problemas é o conhecimento específico que possui na área de abrangência do mesmo e de como este conhecimento se encontra organizado e disponível em sua estrutura cognitiva. Cita que quando se pensa que o aluno só deve começar a resolver problemas depois de dominar inteiramente a teoria se está cometendo um grande erro, que segundo ele, é muito comum entre os professores, que vêem a resolução de problemas como meros exercícios de aplicação dos conteúdos estudados. Além disso, Peduzzi (1997, p. 239 - 240) propõe uma

estratégia para a resolução de problemas em física básica, na qual a implementação dessa estratégia reúne as seguintes ações (que não estão ordenadas por hierarquia ou ordem de importância) na abordagem de um problema de física básica:

1. Ler o enunciado do problema com atenção, buscando à sua compreensão;
2. Representar a situação-problema por desenhos, gráficos ou diagramas para melhor visualizá-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 adequada 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.

Percebe-se na intenção de Peduzzi, em delinear procedimentos básicos que devem ser tomados na resolução de problemas. Seguindo essa proposta, é notória a possibilidade de diminuir os problemas de desmotivação que são comuns nos alunos durante o momento de resolução de questões. Assim, quando o professor orienta seus alunos, está proporcionando maiores condições para o êxito do aluno na fase de resolução.

Portanto, vê-se assim, a importância de implementar em sala de aula estratégias que facilitem a resolução de problemas, como forma de superar o fracasso atual no ensino de física, que é muito criticado pelos estudantes, pelo excesso de matematização, falta de exemplos e aplicações em fórmulas sem notória importância e desconectadas do cotidiano.

3 METODOLOGIA

3.1 Métodos aplicados

A pesquisa possui natureza exploratória. Para Gil (1999, p. 43), um trabalho é de natureza exploratória quando envolver levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram (ou tem) experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão. Possui ainda a finalidade básica de desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias para a formulação de abordagens posteriores. Dessa forma, este tipo de estudo visa proporcionar um maior conhecimento para o pesquisador acerca do assunto, a fim de que esse possa formular problemas mais precisos ou criar hipóteses que possam ser pesquisadas por estudos posteriores. As pesquisas exploratórias, segundo Gil (1999, p. 43) visam proporcionar uma visão geral de um determinado fato, do tipo aproximativo.

O delineamento adotado foi levantamento de dados, que é uma pesquisa envolvendo a interrogação direta das pessoas cujo comportamento se deseja conhecer (MINAYO, 2007; LAKATOS et al, 1986). A coleta de dados ocorreu por meio de questionários, que Lakatos e Marconi (1985) conceituam que se trata de um instrumento para recolher informação, sendo uma técnica de investigação composta por questões apresentadas por escrito a pessoas. Para Oliveira (2005), o questionário permite que o pesquisador conheça algum objeto de estudo.

Os questionários de pesquisa, um deles aplicado com professores e o outro com estudantes do Ensino Médio, continham perguntas simples, abertas e fechadas. Marconi e Lakatos (1985) dizem que as perguntas podem ser classificadas quanto a sua forma da seguinte maneira: Podem ser simples, quando a pergunta é direcionada para determinado conhecimento que se quer saber ou abertas quando a resposta emite conceito abrangente; Podem conter perguntas abertas quando o interrogado responde com suas próprias palavras e, por isso, são difíceis de tabular e analisar (LAKATOS E MARCONI, 1985); E também perguntas fechadas que englobam todas as respostas possíveis, sendo melhor de tabular. Perguntas duplas reúnem características de perguntas abertas e fechadas (OLIVEIRA, 2005).

Os resultados da pesquisa são expressos ora quantitativamente, ora qualitativamente. A pesquisa quantitativa considera que tudo pode ser quantificável, o que significa traduzir em números opiniões e informações para classificá-las e analisá-las. Requer o uso de recursos e de técnicas estatísticas (MINAYO, 2007; LAKATOS et al, 1986). Já a pesquisa qualitativa verifica uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números (MINAYO, 2007). É descritiva e os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem (LAKATOS et al, 1986).

3.2 Sistematização de dados e perfil dos sujeitos da pesquisa

Participaram desta pesquisa dez professores, sendo seis do sexo masculino e quatro do sexo feminino, destes, dois são da rede federal de ensino e oito são da rede estadual de ensino da regional de Jaraguá do Sul em Santa Catarina. Os entrevistados possuem perfis

diversificados e foram escolhidos a partir da disponibilidade de cada um deles, sendo todos conhecidos do pesquisador.

Com relação aos sujeitos, os professores da rede federal são professores que lecionam Física para alunos do Curso Técnico em Química na Modalidade Integrado no IFSC – Campus Jaraguá do Sul. Já os professores da rede estadual são docentes Admitidos em Caráter Temporário (ACTs) na região norte catarinense e que estão cursando Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física no IFSC – Campus Jaraguá do Sul. A opção por esses sujeitos se deu pela facilidade do pesquisador em entregar e receber os questionários. Também a escolha foi em função do pesquisador querer conhecer também mais sobre as concepções de professores e acadêmicos desse curso superior, e até mesmo, por propiciar, quem sabe, que a pesquisa sirva de direcionamento para o futuro andamento do curso no campus.

Segue o quadro com o perfil de cada professor entrevistado.

TABELA 1 - Perfil dos Professores Entrevistados

Professor	Idade	Formação	Tempo de carreira na docência	Instituições de ensino
P1	Entre 31 e 40 anos	Mestrado	Entre cinco e sete anos	Escolas públicas e privadas
P2	Entre 26 e 30 anos	Especialização	Entre três e quatro anos	Escolas públicas
P3	Entre 31 e 40 anos	Cursando Ensino Superior	Entre cinco e sete anos	Escolas públicas
P4	Entre 26 e 30 anos	Cursando Ensino Superior	Entre três e quatro anos	Escolas públicas e privadas
P5	Entre 31 e 40 anos	Ensino superior incompleto	Entre um e dois anos	Escolas públicas
P6	Entre 31 e 40 anos	Cursando Ensino Superior	Entre um e dois anos	Escolas públicas
P7	Entre 26 e 30 anos	Cursando Ensino Superior	Entre um e dois anos	Escolas públicas
P8	Entre 21 e 25 anos	Cursando Ensino Superior	Entre um e dois anos	Escolas públicas
P9	Entre 21 e 25 anos	Cursando Ensino Superior	Entre um e dois anos	Escolas públicas
P10	Menos de 21 anos	Cursando Ensino Superior	Entre um e dois anos	Escolas públicas

Os professores foram submetidos a um questionário sobre: os aspectos motivantes e desmotivantes no ensino de física, o ensino de estratégias de resolução de exercícios e os problemas e as diferenças (ou semelhanças) entre problemas e exercícios no Ensino de Física. Todos os questionários foram respondidos e posteriormente analisados.

Para extração de dados quantitativos e qualitativos, foi feita uma tabela com o valor percentual para cada opção de resposta. Na sequência, cada questão foi analisada separadamente, e os trechos mais significativos foram selecionados para a construção de categorias de análise.

Também participaram da pesquisa 165 estudantes das três anos do Ensino Médio, sendo estes de duas escolas estaduais do norte catarinense, uma delas a Escola de Ensino

Médio Abdon Batista (situada no centro de Jaraguá do Sul) e a outra, a Escola de Educação Básica Prefeito Lauro Zimmermann (localizada no centro em Guaramirim). Os estudantes responderam perguntas sobre resolução de exercícios e problemas em Física.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 Análise e discussão dos resultados: questionário aplicado com os professores

A seguir, é possível conferir as respostas dos professores para as questões fechadas em foram perguntados sobre alguns aspectos relacionados ao Ensino de Física.

TABELA 2 – Perguntas e respostas do questionário fechado

QUESTÕES	Sempre	Muitas vezes	Às vezes	Poucas vezes	Nunca	respondeu Não
1. É possível tornar o ensino de física legal e motivante para o aluno?	10%	<u>70%</u>	20%	0%	0%	-
2. A utilização de fórmulas é importante no ensino de física?	10%	30%	<u>40%</u>	10%	0%	10%
3. A utilização de fórmulas facilita o aprendizado do aluno na disciplina de Física?	0%	30%	20%	<u>50%</u>	0%	-
4. Você nota desmotivação dos alunos durante a resolução de exercícios/problemas de física?	0%	<u>100%</u>	0%	0%	0%	-
5. Você acha que as fórmulas no ensino de física desmotivam os alunos?	0%	<u>50%</u>	<u>50%</u>	0%	0%	-
6. Você incentiva os alunos a resolverem os exercícios/problemas de Física?	<u>70%</u>	20%	10%	0%	0%	-
7. É possível motivar um aluno durante a resolução de exercícios/problemas de Física?	10%	<u>70%</u>	10%	0%	0%	10%
8. Existem questões com aplicação de fórmulas nas provas que você faz com os seus alunos?	<u>30%</u>	<u>30%</u>	<u>30%</u>	10%	0%	-
9. Você confere se os alunos fizeram a resolução dos exercícios/problemas que você solicitou?	<u>60%</u>	10%	20%	10%	0%	-
10. Você ensina ou mostra estratégias de resolução de exercícios/problemas para os seus alunos?	<u>50%</u>	30%	20%	0%	0%	-
11. As disciplinas de matemática e física estão relacionadas?	30%	<u>40%</u>	30%	0%	0%	-
12. Compreender matemática é essencial para entender a física?	20%	<u>50%</u>	20%	10%	0%	-

Questão 1

A maioria dos professores (70% dos entrevistados) disse que muitas vezes é possível tornar o ensino de física legal e motivante para o aluno. Esse reconhecendo das possibilidades de tornar o ensino de física mais atraente ao aluno não é novidade, pois aparentemente não é difícil. Como já apontado em pesquisas sobre o tema, trata-se de uma ciência cujo objeto de investigação é um dos mais atrativos, por tratar das coisas e dos fenômenos da natureza, da tecnologia e de situações da vivência do aluno, motivos suficientes para despertar o interesse do estudante para seu estudo.

Questão 2

Quando indagados sobre a importância das fórmulas, não houve um consenso ou uma maioria acentuada estabelecida. Um contingente maior (40%) afirmou que às vezes as fórmulas são importantes. Além disso, uma parcela representativa (30%) disse que muitas vezes as fórmulas são importantes. Enquanto isso, um dado estatístico que chamou nossa atenção, foi que nenhum (0%) professor disse que as fórmulas são sempre importantes. Além disso, foi nula (0%) a quantidade de professores que afirmou que elas nunca são importantes. Essas respostas sugerem que os sujeitos não são professores que possuem uma concepção de ensino estritamente matematizada, mas também é possível alegar que não seguem apenas a linha de concepção conceitual, já que esses números revelam que as fórmulas, de alguma forma, possuem importância no ensino, pois não são descartadas ou relegadas (40% respondeu sempre ou muitas vezes). O resultado está em concordância com o que os PCNs propõem, uma física associada ao cotidiano, mas também com foco no desenvolvimento de habilidades relacionadas à linguagem matemática em física.

Questão 3

Nesta pergunta, quando questionados se a utilização de fórmulas facilita o aprendizado do aluno na disciplina de Física, não houve uma resposta muito prevalente sobre as demais. A maioria (50% dos entrevistados) disse que as fórmulas poucas vezes facilitam o aprendizado, o que sugere que esses professores reconhecem as dificuldades de representar os conceitos de física através das fórmulas e que os alunos nem sempre assimilam os assuntos da disciplina através delas.

Esse resultado consente com as pesquisas sobre o uso de fórmulas, que apontam as sérias dificuldades dos professores em trabalhar com as equações no ensino de física. Há, portanto, necessidade de um maior entendimento sobre o papel das equações no ensino de física, além de mais conhecimento sobre o que é a modelagem matemática e reflexão sobre a didática empregada por esses professores.

Acredita-se que a resolução de exercícios ou problemas das equações por parte de muitos professores ainda não é feito de maneira a facilitar o aprendizado por parte dos alunos, muito provavelmente pelo tratamento dado pelos professores às questões de física, entendidos, em geral, como perguntas com respostas prontas e únicas/absolutas. Também pode haver dificuldades de aprendizado dos alunos ou demonstrativo que os docentes utilizam muito exercícios em sala de aula, que como já vimos, são caracterizados por estarem desvinculados do dia a dia do estudante, e que por isso, desmotivam.

Também, acredita-se que os alunos possuam graves dificuldades na resolução, provavelmente em função das poucas estratégias que adotam na resolução em problemas ou exercícios. Nesse caso, vê-se a necessidade de uma discussão mais ampla em sala de aula sobre o assunto.

Questão 4

Nesta pergunta, houve uma unanimidade entre os professores, todos (100%) disseram notar muitas vezes desmotivação dos alunos durante a resolução de exercícios/problemas de física. Esse dado também não é novidade, visto que várias pesquisas já apontam um excessivo número de estudantes que não gostam da Física. Uma crítica que foi feita é que a Física, no Ensino Médio, frequentemente tem se reduzido a um treinamento para a aplicação de fórmulas na resolução de problemas artificialmente formulados ou simplesmente abstratos. Para superação desse problema, uma proposta é que deve ser uma Física para a vida, que seja capaz de motivar o aluno para o estudo e, deste modo, propiciar condições favoráveis para o gostar e para o aprender. Para isso, é necessário que o estudante perceba a importância dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula, tanto para a sua formação como para a sua vida. Nesse caso, o professor necessita atribuir significado à Física por ele ensinada.

Questão 5

Nesta questão, os professores se dividiram entre duas respostas quando tinham que opinar se acham que as fórmulas no ensino de física desmotivam os alunos. Uma metade (50%) disse que muitas vezes e a outra metade (50%) disse às vezes. Esses dados revelam que a utilização de equações pode ser desmotivante para os alunos. Mais adiante, faremos um comparativo com a resposta dos alunos, para mostrar se os resultados são consensuais entre docentes e discentes.

Questão 6

Aqui, os professores foram perguntados se incentivam os alunos a resolverem os exercícios/problemas de Física. A maior parte (70% dos entrevistados) afirmou que sempre. No entanto, não foi questionada a forma com que ocorre esse incentivo, já que há vários tipos, desde um incentivo em função de uma atividade avaliativa posterior (resultando em uma motivação extrínseca) ou até mesmo por apontar o significado da importância dos assuntos ensinados, que também pode motivar os estudantes a resolverem os exercícios/problemas propostos (resultando em motivação intrínseca).

Questão 7

Nesta, 70% dos professores disseram que muitas vezes é possível motivar um aluno durante a resolução de exercícios/problemas de Física, o que demonstra o papel do professor como agente motivador, que como já foi citado, “cria ambientes” que afetam a motivação e a aprendizagem. Também, a motivação pode ocorrer em função das relações que o professor faz entre o conhecimento e a vida do aluno.

Questão 8

Quando questionados sobre a existência de questões com aplicação de fórmulas nas provas que você faz com os seus alunos, todos os professores manifestaram existir, sendo que um acentuado número afirmou que sempre (30%) e muitas vezes (30%) há fórmulas, corroborando para a tese que aponta a matemática como estruturante do conhecimento físico, por ser tratar de uma linguagem usada para expressar o seu conhecimento. Outros números importantes são os de professores que falaram que às vezes (30%) e poucas vezes (10%) há equações, nesses casos, é provável que sejam professores que adotem uma concepção mais conceitual de ensino de física.

Questão 9

Nesse caso, os professores foram indagados se conferem se os alunos fizeram a resolução dos exercícios/problemas solicitados. A maioria (60%) disse que sempre, o que é um dado representativo, que demonstra preocupação do professor com o processo de ensino-aprendizagem com os alunos. Entende-se que essa mediação do professor é importante, pois é através dela, que o professor pode ver as dificuldades de aprendizagem de seus alunos e verificar as estratégias adotadas pelos mesmos na resolução dos exercícios ou problemas de física. Com isso, é possível explicar aos alunos como aperfeiçoar as etapas de resolução, para que eles aprendam a resolver sem apresentarem grandes dificuldades. Assim, com essa observação, é possível tornar as questões de física, atividades menos desmotivantes, já que o acompanhamento é fundamental, para que o professor possa auxiliar e até mesmo, discutir a forma encontrada pelo aluno na solução do problema.

Peduzzi (1997) destaca que não se deve desmerecer ou relevar a um segundo plano, o papel do exercício nas tarefas escolares, pois é através dele que o estudante desenvolve e consolida habilidades. Entretanto, este fato, nem sempre fica claro ao aluno, que muitas vezes considera enfadonho, cansativo e sem propósito a repetição continuada de uma certa prática. Neste sentido, cumpre ao professor realçar a importância e a função dos exercícios e dos problemas em sua disciplina. Ao se empenhar nisso ele pode contribuir para que seu aluno veja com outros olhos os exercícios e também se prepare melhor, tanto do ponto de vista cognitivo como emocional, para se envolver em atividades mais elaboradas, como as que caracterizam a resolução de problemas.

Questão 10

Quando questionados se ensinam ou mostram estratégias de resolução de exercícios/problemas para os seus alunos, 50% dos professores afirmaram que sempre, outros 30% muitas vezes, e o restante (20%) disse que às vezes. Através dessas respostas, nota-se a preocupação da maioria dos docentes com etapas de execução dos exercícios e problemas. Mais adiante, será visto que há professores que não apontaram muitas estratégias que são essenciais para que um aluno consiga resolver com facilidade uma questão de física, o que demonstra que apesar de acharem importante, não conseguem efetivar muito bem em sala de aula seu uso.

Questão 11

Nesta pergunta, os professores deveriam opinar se as disciplinas de matemática e física estão relacionadas. Um grupo maior de professores (70%) disse que sempre ou muitas vezes. Poucos professores (30%) disseram às vezes. Chamou atenção o grande número de professores que disse que física e matemática estão relacionadas, o que sugere que são professores que compreendem as relações entre física e matemática.

Questão 12

Foi perguntado se compreender matemática é essencial para entender a física. A maior parte (50%) disse muitas vezes, já a resposta sempre alcançou 20%. Comparando com a ideia de que a matemática estrutura o pensamento da física e que muitos dos problemas em física decorrem da falta de habilidades técnicas por parte dos estudantes, é sabido que a matemática é essencial, pois quando os professores reclamam que os alunos não sabem dividir com vírgula, isolar uma variável, construir um gráfico, resolver uma equação, calcular um determinante... estão se referindo ao déficit de habilidades técnicas (puramente matemáticas) que estão dificultando o aprendizado em física. Assim, a ideia do domínio da matemática é tida como pertinente, no entanto, como já dito em várias

pesquisas sobre a temática, só o domínio de habilidades técnicas não garante o êxito do aluno em física, pois também são necessárias as habilidades estruturantes. Lembrando o que diz Pietrocola (2002), são habilidades de pensar matematicamente os fenômenos do mundo físico, ou, de ler esse mesmo mundo por meio de uma linguagem matemática, ou ainda, de estruturar o mundo físico por meio da matemática.

Questão 13

Nesta questão, os professores mencionaram o tempo que destinam para que os alunos resolvam exercícios/problemas em sala de aula. O resultado foi o seguinte:

40% dos docentes disseram que destinam entre 30 e 40% da aula;

30% dos docentes disseram que destinam entre 20 e 30% da aula;

20% dos docentes disseram que destinam entre 50 e 60% da aula;

10% dos docentes disseram que destinam entre 60 e 70% da aula.

Pelas respostas, percebe-se que a 70% dispõe entre 20 e 40% das aulas para a resolução de questões por parte dos alunos, número que pode parecer pouco, mas levando em consideração o número de aulas semanais e a quantidade de conteúdos, está dentro do patamar das possibilidades das escolas.

Oliveira, Moreira, Muenchen (2011) dizem que é de fácil constatação que no Ensino de Física, ou de Ciências em geral, boa parte da carga horária é dedicada à Resolução de Problemas, no entanto, citam pesquisas que apontam para um grande fracasso destas atividades quando conduzidas de maneira tradicional, onde a resolução de exercícios envolve apenas memorização conceitual e/ou aplicação direta de equações.

Questão 14

Os professores opinaram sobre os fatores que tornam um exercício/problema de física difícil de resolver para o aluno. Entre as respostas, as que mais vezes foram citadas são as seguintes:

80% mencionaram a dificuldade na matemática básica;

50% afirmaram que é a dificuldade de imaginar o exercício mentalmente;

20% apontaram que é quando o enunciado e/ou a pergunta do exercício são longos;

10% opinaram que é quando é preciso utilizar alguma fórmula;

10% citaram que é quando eles não passam exemplos similares ao exercício a ser resolvido e

10% respondeu a dificuldade na leitura e interpretação do problema.

Parece existir um claro consenso entre os professores de física em apontar a matemática como fonte da dificuldade, como fica claro nos dados percentuais obtidos através das respostas, mostrando que ainda há o entendimento que o domínio da linguagem matemática é necessário. Anteriormente, esclarecemos que as habilidades técnicas são vitais, mas também o problema pode estar nas habilidades estruturantes, de pensar matematicamente um fenômeno físico. Além do mais, um número acentuado de professores citou que a fonte está no aluno, que não consegue imaginar as questões.

Questão 15

Foram listadas algumas estratégias, que na opinião de alguns autores, são fundamentais para que os alunos resolvam com mais facilidade questões de física. Os professores deveriam opinar sobre aquelas que eles julgam importantes os alunos adotarem durante a resolução de exercícios/problemas. Assim, o resultado obtido foi o seguinte, em ordem das mais citadas:

100% - Ler o enunciado do problema com atenção, buscando à sua compreensão.

80% - Representar a situação-problema por desenhos, gráficos ou diagramas para melhor visualizá-la.

60% - Verificar se as unidades das grandezas envolvidas e fazer as transformações necessárias.

60% - Analisar a situação e elaborar hipóteses.

50% - Analisar criticamente o resultado encontrado.

40% - Listar os dados (expressando as grandezas envolvidas em notação simbólica).

30% - Escrever a equação em que esteja envolvida com a grandeza incógnita e que seja adequada ao problema.

30% - Fazer as substituições numéricas.

Pelas respostas, as que foram julgadas mais imprescindíveis envolviam leitura, interpretação, imaginação, lógica, capacidade analítica e crítica. Os itens em que os alunos deveriam classificar, selecionar e fazer substituições foram apontadas em menor grau. Por meio dessas respostas, é possível perceber a complexidade que é resolver uma questão de física, dada a quantidade de técnicas/procedimentos que muitas vezes um solucionador precisa adotar em algumas situações para resolver uma questão. Mais adiante, faremos um comparativo com as respostas dos alunos.

Questão 16

Perguntamos aos professores o que eles observam e percebem nos alunos quando a aula de física envolve a resolução de exercícios/problemas com fórmulas.

60% mencionaram que seus alunos fazem por obrigação.

30% apontam que seus alunos acham a aula desinteressante e desanimadora.

10% citou que seus alunos gostam de resolver, mas às vezes possuem dificuldades.

0% afirmou que seus alunos gostam de resolver e tem facilidade.

0% disse que os alunos não fazem.

Esses dados evidenciam o caráter desmotivante dos exercícios/problemas em sala de aula. Os apontam desinteresse dos estudantes em relação à resolução de problemas. Pela respostas, tem sido uma tarefa de cunho obrigatório e de formalidade, o que não deveria ser, já que é através da resolução de questões, que é possível constatar o aprendizado e sanar dúvidas. Mais adiante, serão analisadas as respostas dos alunos, que divergem completamente das mencionadas pelos professores. A maioria dos alunos citou que gosta de resolver, mas possui dificuldades.

Questão 17

Pedimos a opinião dos professores sobre o que motiva os alunos a resolverem exercícios/problemas em física. Encontramos as seguintes respostas.

P1 – *“Quando eles estão relacionados aos seus dia-a-dia, ou seja, quando eles podem relacioná-los com a realidade”;*

P2 – *“Compreender o motivo pelo qual está resolvendo o problema, relacionado com o seu cotidiano”;*

P3 – *“O exercício ser desafiante com sua realidade”;*

P4 – *“A nota para passar”;*

P5 – *“Isso vai depender muito do professor”;*

P6 – *“Quando envolve algum tipo de experimento feito antes da aplicação dos exercícios”;*

P7 – *“Quando envolvem situações do seu dia-a-dia, que lhes sejam interessantes”;*

P8 – *“Quando os exercícios ou problemas são instigantes, fazem o aluno refletir e não são mera aplicação de números nas fórmulas. Quando o professor explica bem e*

mostra exemplos condizentes com o nível de dificuldades dos exercícios que eles possuem para resolver”;

P9 – “O bom rendimento na avaliação”;

P10 – “A facilidade na matemática”.

As respostas foram separadas em categorias para melhor percepção, assim foi possível observar que há uma quantidade expressiva de professores que pensam que a relação com o dia-a-dia/cotidiano dele pode motivar (40%), outros acreditam que o fator ou caráter avaliativo pode gerar motivação no aluno (20%), também foi citado o fator instigante ou desafiador das questões (20%), há também quem acredite que depende da didática do professor (20%), de uma demonstração prática ou experimentação realizada previamente (10%), ou ainda, da facilidade que o aluno possui na matemática (10%).

Questão 18

Novamente pedimos a opinião dos professores, só que desta vez a cerca do que desmotiva os alunos a resolverem exercícios/problemas em física. Foram citadas as seguintes respostas.

P1 – “Quando eles são modelos simplificados: caixinha, partícula, etc...”;

P2 – “Problemas com aplicação de fórmulas sem relacionar o cotidiano”;

P3 – “Tentar achar um mundo imaginário”;

P4 – “A falta de objetivos claros quanto a importância da física em sua vida”;

P5 – “A dificuldade em matemática básica e muitas vezes o problema não faz sentido para o aluno”;

P6 – “A dificuldade de compreender o que diz o problema”;

P7 – “Quando envolvem situações fora de sua realidade e que não lhes interessa. Por exemplo: uma partícula percorre uma trajetória retilínea...”;

P8 – “A utilização de fórmulas, a falta de aplicação dos problemas no dia-a-dia, quando não conseguem uma resposta rápida”;

P9 – “A dificuldade em interpretar o enunciado, assim como desenvolver os cálculos necessários”;

P10 – “Dificuldade com a matemática”.

Também separamos esta questão em categorias de análise para melhor percepção. Desta forma, verificamos que: o que pode desmotivar, na opinião dos professores é quando os estudantes não reconhecem a importância da física para a sua vida, percebem falta de vínculo com o cotidiano ou que a disciplina e os assuntos possuem desconexão com a realidade. Também citaram a utilização de fórmulas, as dificuldades de interpretação e dificuldades com a matemática. Ou seja, questões que diversos pesquisadores já levantaram em seus estudos.

Questão 19

Questionamos quais as dificuldades que os professores observam que os alunos possuem para resolver questões de física com fórmulas.

P1 – “Matemática básica, dificuldade de abstrair, falta de exemplos similares”.

P2 – “Matemática básica e compreender quais as informações que devem ser usadas”.

P3 – “Matemática básica”.

P4 – “A falta de matemática básica. A falta de leitura”;

P5 – “Encontrar a fórmula certa”;

P6 – “A matemática básica”;

P7 – “A interpretação do problema proposto”;

P8 – “Dificuldade em extrair os dados do problema, imaginar a questão, confundem as grandezas e unidades de medidas, não conseguem interpretar os dados, resultados e relacioná-los com a teoria”;

P9 - “A dificuldade em interpretar o enunciado, assim como desenvolver os cálculos necessários”;

P10 – “Dificuldade com matemática; saber o que cada letra significa, fazer as transformações”.

Novamente, a maior parte dos professores levou em conta a falta de habilidades técnicas, como a matemática básica, como fonte da generalizada dificuldade dos estudantes na disciplina de física. Poucos destes professores citaram habilidades estruturantes, que são aquelas que o aluno consegue pensar matematicamente um fenômeno físico. Assim, torna-se pertinente um maior esclarecimento sobre modelagem matemática, para que se entenda a importância das equações e o que elas representam para o ensino de física.

Questão 20

Pedimos para os professores opinarem se existem diferenças entre exercícios e problemas. Abaixo, separamos em uma tabela as opções de respostas e os argumentos/justificativas dados pelos professores (quando fizeram¹).

TABELA 3 – Respostas da questão 20

Sim. Quais?	Não. Por quê?
P1 – “Diferentes conceitos utilizados, e o nível de abstração necessários.”	P2 – “Problemas e exercícios são a mesma coisa, minha opinião. Pois a Física tem como objetivo explicar o cotidiano. Em relação a matemática, você faz exercícios para aprender regras, na Física os exercícios são problemas.”
P3 – Não justificou sua resposta.	
P4 – “Exercícios servem para exercitar os conteúdos decorados. Problemas podem ser gerados dentro do próprio cotidiano desse aluno.”	
P6 – “A interpretação dos problemas.”	
P7 – “Exercícios tratam de situações quaisquer para que o aluno reproduza o que foi exposto. Enquanto que os problemas expõem uma situação que pode ser vivida pelo aluno, além de ser resolvida pelos mesmos.”	
P8 – “O exercício é mais um treino e aplicação da teoria e o problema faz o aluno refletir, elaborar hipóteses.”	
P9 – “Exercícios envolvem mais cálculos e problemas podem despertar a curiosidade em resolver uma questão sendo ou não com fórmulas e cálculos.”	
P10 – “Os problemas levam a parte física o que é essencial.”	

¹ P5 não respondeu a questão.

Ao observar a Tabela 3 é possível identificar que a maioria dos professores disse existir diferenças entre problemas e exercícios (90%). No entanto, as ideias são bastante divergentes entre os professores e diferem em vários aspectos com o que os pesquisadores defendem. Apenas os professores P4, P7, P8, P9 conseguiram se aproximar daquilo que os pesquisadores, em geral, entendem em relação a essas modalidades. Os professores P1 e P6 apontaram que existem diferenças, mas na resposta não fica muito clara quais são as variações entre as modalidades exercícios e problemas. Os professores P10 e P2 possuem uma visão equivocada sobre o que são problemas e exercícios.

Essa mesma percepção errônea das diferenças entre exercícios e problemas por parte dos professores foi observada na pesquisa de Oliveira, Moreira, Muenchen (2011), que verificaram que existe uma visão equivocada em relação à diferença entre exercícios e problemas por parte da maioria dos professores. Eles observaram que os problemas são tratados, em sua maioria, como atividades de cunho teórico, enquanto os exercícios, em papel de complementação, são tratados como atividades de fixação de conteúdo em um formato que valoriza os aspectos matemáticos da Física e permite um treinamento para as provas futuras dos estudantes, como o vestibular. No entanto, Clement, Terrazan e Nascimento, (2003) alerta para a sutileza dessas diferenças e, de igual modo, para a confusão comumente criada pelos educadores ao tratar os problemas como exercícios.

Essas análises revelam que as concepções de professores de Física sobre problemas e exercícios não são absolutas, apresentando variáveis de acordo com a formação, a experiência em sala de aula e os ideais particulares de cada um. Ao compararmos tais concepções, de modo geral, percebemos um distanciamento da maior parte dos professores quanto aos reais significados e funções dos problemas e exercícios. É notável, portanto, a necessidade de um conhecimento mais amplo, por parte dos professores, das relações entre problema e exercício, suas reais definições e principais aplicações no Ensino de Física.

Para isso, serão salientados, a seguir, dois exemplos, um caso de exercício e outro que é caracterizado como problema, para deixar mais clara a distinção entre essas modalidades.

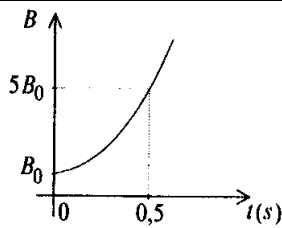
As questões dos exemplos foram escolhidas e analisadas por Carvalho Júnior (2002) e versam a respeito do mesmo tema: Indução Eletromagnética. Este tópico do programa da Física explica o mecanismo através do qual a corrente elétrica é gerada em usinas hidrelétricas, termelétricas e nucleares. O primeiro item (classificado como exercício) foi retirado do exame vestibular da Universidade Federal A de 1998. O segundo item (classificado como problemas) fez parte do vestibular da Universidade Federal B de 2000. Ambos os itens foram propostos na segunda fase do vestibular, o que significa que somente alunos da área de exatas tiveram que respondê-los. Com essa análise, está-se constatando o tipo de concepção de ensino de Física que está permeando a elaboração dos itens e, portanto, o tipo de aluno que a universidade pretende receber.

QUADRO 1 - Exemplo de exercício

Item da Universidade A de 1998

Uma espira condutora, quadrada, cujo lado mede 0,5m, é colocada perpendicularmente a um campo magnético uniforme de indução \mathbf{B} . O módulo de \mathbf{B} varia com o tempo t de acordo com o gráfico abaixo.

Sabendo que $B_0 = 8 \times 10^{-3} T$ determine a força eletromotriz média induzida na espira no intervalo de tempo de $t = 0$ a $t = 0,5$ s.



Resolução

Lei de Faraday: a força eletromotriz induzida num circuito é igual, em módulo, à razão entre a variação de fluxo magnético através do circuito e o intervalo de tempo gasto em tal variação.

Assim, podemos calcular a força eletromotriz média com sendo:

$$\bar{\varepsilon} = -\frac{\Delta\Phi_B}{\Delta t} = -\frac{B_2 A - B_1 A}{t_2 - t_1} = -A \frac{\Delta B}{\Delta t} \Rightarrow \bar{\varepsilon} = -(0,5)^2 \frac{5B_0 - B_0}{0,5 - 0} = -1,6 \times 10^{-2} \text{ v}$$

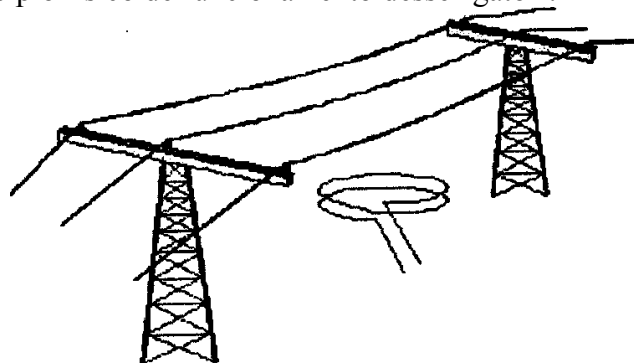
FONTE: Carvalho Júnior (2002)

De acordo com Carvalho Júnior (2002), o item da Universidade A se mostra totalmente desconectado da realidade, sendo um mero exercício de substituição em uma fórmula matemática dos dados fornecidos diretamente ou através de um gráfico. Para ele, é muito pequena a contribuição que o item pode dar para que sejam construídos conceitos contextualizados a respeito da Indução Eletromagnética. Além disso, acredita que a possibilidade de discussão em torno da problemática apresentada é restrita. Alerta que, nesse caso, é necessário adotar a seqüência de passos apresentados na resolução para ser alcançada a resposta correta.

QUADRO 2 - Exemplo de problema

Item da Universidade B de 2000

A figura mostra um tipo de "gato", prática ilegal e extremamente perigosa usada para roubar energia elétrica. Esse "gato" consiste em algumas espiras de fio colocadas próximas a uma linha de corrente elétrica alternada de alta voltagem. Nas extremidades do fio que forma as espiras, podem ser ligadas, por exemplo, lâmpadas, que se acendem. EXPLIQUE o princípio físico de funcionamento desse "gato".



Resolução

A corrente alternada nos cabos da rede elétrica gera um campo magnético variável que atravessa as espiras do "gato" e produz, nelas, um fluxo magnético variável. De acordo com a Lei de Faraday, a variação de fluxo magnético provoca, em um circuito fechado como o do "gato", uma corrente elétrica induzida. Que faz as lâmpadas acenderem, conforme descrito no texto.

FONTE: Carvalho Júnior (2002)

Na opinião de Carvalho Júnior (2002), o item da Universidade B apresenta uma situação concreta e que se coloca conectada a um contexto ambiental e social. Cita que a questão energética é um problema atual que desperta discussões acaloradas a respeito da utilização racional dos recursos naturais disponíveis. Além disso, aponta que o item revela em seu enunciado que a prática do "gato" é ilegal e perigosa explicitando certos juízos de valor. Para ele, um professor de Física pode se valer desse item em suas aulas para, além de discutir o que é a Lei de Faraday e quais as suas principais aplicações, conduzir uma discussão com os alunos em relação aos motivos sócio-econômicos que levam uma pessoa a fazer o 'gato' e se são somente as pessoas de baixa renda que fazem o "gato". Além disso, a questão ainda pode servir como, elemento para trabalhos interdisciplinares (englobando a Biologia, a Filosofia e a Sociologia, por exemplo). Podem ser visitados os locais em que a prática do gato é explícita (nas favelas, por exemplo) e ainda é possível problematizar as condições de vida, o tipo de alimentação, as necessidades e as contradições presentes no cotidiano das pessoas que lá residem.

Carvalho Júnior (2002) diz que não está defendendo a maior relevância do item da Universidade B pelo simples fato de que não foi necessária a utilização de uma fórmula matemática para resolvê-la. Para ele, o mais importante é identificar o tipo e o nível da cobrança que está sendo feita. Para ele, o candidato que tenha conseguido resolver corretamente o item da Universidade A não terá construído, necessariamente, o conceito de indução eletromagnética. Argumenta que nem é necessário que ele tenha, pelo menos, uma noção do que significa gerar uma força eletromotriz de $-1,6 \times 10^{-2}$ volts. O que ele está questionando é, exatamente, essa falta de articulação entre as formulações matemáticas, os conceitos, as grandezas físicas e a realidade. Portanto, opina que, na concepção conceitual, o aluno é colocado diante de situações vivenciais e concretas sobre a Física, o que, sem dúvida, representa um grande avanço em direção a uma prática pedagógica situada e repleta de significados.

Assim, vê-se quão mais importante é trabalhar também com problemas em sala de aula, pois estes promovem reflexões e também uma aprendizagem mais duradoura, significativa e prazerosa dos conhecimentos de física.

Por meio desses exemplos fica claro que dada situação pode ser considerada um problema quando “um indivíduo, ao tentar resolvê-la, não chega a uma solução imediata ou automática e onde o solucionador se vê diante da necessidade de toda uma reflexão e tomada de decisões para que, assim, chegue numa sequência adequada de passos para iniciar seu desenvolvimento”. (CLEMENT, TERRAZZAN E NASCIMENTO, 2003).

Gil et al. (1992) e Polya (1980) também apontam esse fato quando salientam que existe um acordo geral, entre aqueles que têm abordado a questão, em caracterizar como problema aquelas situações difíceis, para as quais não existem soluções fechadas.

A definição de Krulik e Rudnik (1980 apud GIL, 1992, p. 10) resume este consenso: “Um problema é uma situação, quantitativa ou não, que pede uma solução para a qual os indivíduos implicados não conhecem meios ou caminhos evidentes para obtê-la.” Esta mesma idéia aparece indiretamente quando se fala de resolução de problemas.

Peduzzi (1997), no entanto, diz que a distinção entre problema e exercício é bastante sutil, não devendo ser especificada em termos absolutos, pois ela é função do indivíduo (de seus conhecimentos, da sua experiência etc.) e da tarefa que a ele se apresenta. Assim, enquanto uma determinada situação pode representar um problema genuíno para uma pessoa, para outra ela pode se constituir em um mero exercício. Exemplifica que na escola, muitas situações que emergem inicialmente como problema para um indivíduo se transformam, para ele próprio, em exercícios de aplicação da teoria, à medida que adquire e desenvolve novos conhecimentos e habilidades.

4.2 Análise e discussão dos resultados: questionário aplicado com os estudantes do ensino médio

Para fins de análise, o questionário aplicado com os alunos será discutido por meio de categorias. Assim, os estudantes foram separados em cinco grupos, no qual serão verificadas a quantidade e quais as estratégias que estes grupos adotam. A pergunta que os alunos responderam era a seguinte: “*Quando a aula envolve a resolução de exercícios com fórmulas, você...*”. Segue tabela com as respostas obtidas para esta pergunta:

TABELA 4 – Respostas dos alunos para a pergunta sobre aulas envolvendo a resolução de exercícios com fórmulas

Turma/ Respostas	Gosta de resolver problemas e tem facilidade	Gosta de resolver, mas às vezes possui dificuldades	Acha a aula desinteressante e desanimadora	Faz por obrigação	Não faz
Primeiros anos do noturno - Escola A	11,8%	47,0%	23,5%	17,7%	0%
Segundos anos do noturno – Escola A	5%	65%	10,0%	12,5%	7,5%
Segundo ano vespertino – escola B	21,0%	47,4%	10,5%	21,1%	0%
Segundos anos do noturno – escola B	23,6%	41,2%	17,6%	17,6%	0%
Terceiros anos do vespertino – escola B	32,1%	50%	3,6%	14,3%	0%
Terceiros anos do noturno – escola B	25,9%	48,1%	7,4%	18,5%	0%
Todos os estudantes – sem distinção de série, turno e escola	19,4%	50,9%	11,5%	16,4%	1,8%

Estes dados propiciam fazer os seguintes apontamentos:

- Em todos os grupos, a taxa de alunos que gostam de resolver exercícios foi bem acentuada, variando aproximadamente entre 64% e 74%. Esse dado surpreende, pois diversas pesquisas apontam que a resolução de exercícios é considerada uma tarefa enfadonha e desinteressante para a maioria dos alunos. Não foi isso que esse questionário apontou. Pode ser uma realidade diferente nessas escolas, em função da didática do professor, da concepção que este possui em relação ao ensino de física, dos tipos de exercícios ou problemas propostos para resolução e entendimento dos assuntos em física. Porém, fica claro que um trabalho diferenciado do professor faz a diferença, pois até

mesmo a forma com que esse professor realiza a sua prática em sala de aula, concebe a sua forma de ensino e planeja as atividades do seu trabalho, influem para que o aluno goste de resolver exercícios.

- Considerando apenas os grupos de alunos que gostam de resolver exercícios com fórmulas, há uma taxa muito maior de alunos que possuem dificuldades em comparação com alunos que possuem facilidade. Esse dado revela que, apesar de motivados, esses alunos sentem grandes dificuldades de resolver os problemas em física. Ou seja, está em conformidade com aquilo que as pesquisas já sinalizaram. Assim, fica clara a dificuldade que é para os alunos resolver exercícios com fórmulas e a necessidade de se pensar em alternativas para atenuar ou minimizar os problemas de aprendizagem em Física. Nesse caso, o pesquisador salienta que a didática do professor é importante, pois pode ser que os professores ensinam de uma maneira que não facilita o aprendizado desses alunos. Também, há de se pensar na discussão de estratégias de resolução visando resolver essa situação. Nesse caso, cabe uma discussão conjunta entre professores e alunos sobre a importância dos exercícios/problemas. Também, um maior auxílio do professor na tentativa do aluno refletir mais e procurar adotar outras alternativas, ou até mesmo mais procedimentos, para resolver as questões de física.

- A taxa de alunos que considera a resolução de exercícios com fórmulas desinteressante variou significativamente entre as turmas, porém, em nenhum grupo, ultrapassou mais de um quarto dessas turmas, o que é um dado satisfatório. De modo geral, levando em conta todos os sujeitos da pesquisa, o índice pode ser considerado baixo, pois atingiu 11,5%. Mais uma vez ressalta-se a surpresa com os dados. Nesse caso, o que se pode dizer é que estes professores podem adotar uma linha de ensino que esteja associando às fórmulas com o cotidiano dos alunos, dentro de um contexto e que torne a resolução uma tarefa mais interessante para os discentes.

- Os alunos que fazem por obrigação, que em muitos casos são aqueles que possuem motivação extrínseca (ou seja, fazem em função de recompensas ou por “causa de nota”), somam 16,4% no total. Esse índice não variou muito entre as turmas, ficando na faixa entre 12,5% e 21,1%. Nesses casos, o que se pensa como alternativa, é que o professor torne mais claro os objetivos dos exercícios e reveja que tipos de questões estão sendo feitas em sala de aula, se são exercícios de fixação e sem conexão nenhuma com a realidade; ou, são problemas, que instigam, fazem refletir e que são desafiadores.

- O percentual de alunos que não fazem os exercícios também surpreendeu. Em diversas turmas, nenhum aluno disse que não faz. Esses dados mostram, porém, que deve haver o papel do professor como agente motivador, ou ainda, pode ser fruto de uma motivação do próprio aluno, até mesmo decorrente do sistema, que cobra que os alunos façam as atividades a fim de alcançar os resultados que necessitam para obter aprovação na série escolar.

Na próxima pergunta, que também foi motivo de uma análise aguçada e embasada, manteremos os grupos formados anteriormente, para salientar as diferenças entre as estratégias de resolução de problemas citadas por cada grupo e a quantidade que cada grupo adota. Desta vez, os alunos não serão separados por série, nem por turno e nem por escola. Também comentaremos sobre o resultado percentual e sobre a importância de cada estratégia em seguida.

Com o objetivo de promover, didaticamente, uma discussão mais pormenorizada sobre a resolução de problemas de lápis e papel no ensino da física geral, Peduzzi (1997) elaborou a estrutura básica de uma estratégia supostamente adotada por um bom solucionador no processo de resolução de um problema, comentando os seus elementos constituintes. Os itens que a compõem são, basicamente, os apresentados por Peduzzi no

grupo de trabalho F2 (*La solución de problemas y La formación de profesores de Física*) da V Reunião Latino Americana de Ensino de Física.

Peduzzi (1997) ressalta que uma dada estratégia, independentemente de como esteja estruturada e de como seja utilizada, não pode ser vista como uma receita-padrão para a solução de qualquer problema por qualquer pessoa. Para ele, o número de variáveis envolvidas na resolução de problemas é, como se viu, muito grande, já que o ato de solucionar, propriamente dito, não se relaciona apenas com o conhecimento em si. A intuição, a criatividade, a perspicácia, ansiedades, frustrações etc. do solucionador claramente interferem nesta atividade, contribuindo para diferenciar as pessoas umas das outras.

As estratégias de Peduzzi foram usadas para a elaboração da seguinte pergunta para os estudantes responderem: “*Marque X nas opções de estratégias abaixo que você utiliza para a resolução de problemas em Física*”. A partir das respostas dos alunos, faremos uma análise com base nos comentários de Peduzzi sobre cada uma das estratégias.

TABELA 4 – Respostas dos alunos para a pergunta sobre os itens de estratégias que os estudantes adotam na resolução de problemas em Física

Estratégias/ grupo de alunos	Gosta de resolver problemas e tem facilidade	Gosta de resolver, mas às vezes possui dificuldades	Acha a aula desinteressante e desanimadora	Faz por obrigação	Não faz
1. Lê o enunciado do problema com atenção, buscando à sua compreensão.	71,9%	72,6%	78,9%	66,7%	0%
<p><i>Estratégia 1. Comentários e análises:</i> Os resultados foram bastante parecidos nesta questão. Assim, não é possível afirmar que um grupo adota essa estratégia em maior proporção que os demais grupos. No entanto, esses dados mostram que os alunos entendem como é importante a leitura minuciosa do problema. Peduzzi (1997) enfatiza a importância da leitura cuidadosa do enunciado de um problema. É através dela que o solucionador toma contato com as condições de partida do problema e tem conhecimento das metas a serem atingidas. Por isso, cita que o enunciado deve ser objeto de toda a atenção possível para não serem desconsideradas informações relevantes nele contidas, já que a sua compreensão é fundamental. Argumenta que é uma tolice responder a uma pergunta que não tenha sido compreendida e que tolice ainda maior é abordar um problema sem querer, de fato, resolvê-lo.</p>					
Estratégias/ grupo de alunos	Gosta de resolver problemas e tem facilidade	Gosta de resolver, mas às vezes possui dificuldades	Acha a aula desinteressante e desanimadora	Faz por obrigação	Não faz
2. Representa a situação-					

problema por desenhos, gráficos ou diagramas para melhor visualizá-la.	15,6%	14,3%	31,6%	7,4%	0%
--	--------------	--------------	--------------	-------------	-----------

Estratégia 2. Comentários e análises:

Os dados acima mostram um resultado curioso, os alunos que consideram a resolução de exercícios com fórmulas uma aula desinteressante e desanimadora disseram em maior número que representam a situação-problema por desenhos, esquemas, gráficos ou diagramas, mostrando que adotam um artifício não muito usual entre os alunos, mas que muitos professores fazem para explicar exemplos para os alunos no quadro.

Conforme Peduzzi (1997), a leitura do enunciado deve ser acompanhada, naturalmente, das primeiras tentativas de visualização e de delineamento do problema. Deste modo, aponta que o item dois da estratégia sugere ao solucionador que esboce um desenho ou diagrama da situação física considerada com o objetivo de evitar abstrações desnecessárias que podem ser prejudiciais ao desenvolvimento do problema. Para ele, fazer desenhos, gráficos ou diagramas na fase inicial ou de formulação de um problema é uma praxe que se mostra muito mais freqüente entre bons solucionadores do que entre aqueles que não detêm igual sucesso na resolução de problemas.

Assim, podemos afirmar que esses alunos, apesar de acharem a aula desinteressante e dasanimadora, possuem tendência a serem melhores solucionadores. O resultado pode ter ocorrido em virtude dos tipos de exercícios ou problemas realizados em sala de aula, que fazem com que esses alunos não se interessem muito e acabem por achar a resolução algo desanimador.

Estratégias/ grupo de alunos	Gosta de resolver problemas e tem facilidade	Gosta de resolver, mas às vezes possui dificuldades	Acha a aula desinteressante e desanimadora	Faz por obrigação	Não faz
3. Lista os dados (expressando as grandezas envolvidas em notação simbólica).	71,9%	40,5%	15,8%	29,6%	0%

Estratégia 3. Comentários e análises:

Neste item, houve um resultado muito superior dos alunos que tem facilidade com resolução de problemas. A grande maioria desses alunos adota como estratégia listar os dados do problema. Os alunos que acham a aula desinteressante e desanimadora foram os que menos citarem, isso sugere que são alunos que buscam uma solução rápida e acabam por ignorar os dados existentes no problema. Ou, quando chegam neste item falta-lhes conhecimento para prosseguir.

Peduzzi (1997) cita que na forma convencional, em geral apresentada pelos livros de texto e utilizada pelo professor, um problema de física encontra-se especificado em termos de um conjunto bem estruturado de informações - os dados do problema -

juntamente com o que se deseja atingir com as informações disponíveis – os objetivos ou metas do problema. Assim, no que diz respeito a organização do problema, ele sugere que pode ser conveniente listar os dados e as grandezas incógnitas, expressando-os em notação pertinente, para se ter fácil acesso, em qualquer etapa da resolução, acerca do que se dispõe e do que se necessita determinar. Assim, explicita que inserir dados, e mesmo incógnitas, nos diagramas apresentados pelo problema ou naqueles elaborados pelo solucionador pode ser de grande utilidade.

Estratégias/ grupo de alunos	Gosta de resolver problemas e tem facilidade	Gosta de resolver, mas às vezes possui dificuldades	Acha a aula desinteressante e desanimadora	Faz por obrigação	Não faz
4. Verifica se as unidades das grandezas envolvidas e faz as transformações necessárias.	56,3%	28,6%	21,1%	3,7%	0%

Estratégia 4. Comentários e análises:

Neste item, novamente os alunos que afirmaram ter maior facilidade na resolução de problemas citaram em maior número. Há um substancial diferença nesse caso, pois eles verificam mais se as unidades são compatíveis com o Sistema Internacional de Medidas (SI), por exemplo. Poucos alunos que marcaram que fazem por obrigação citaram essa estratégia.

Sobre esse item, Peduzzi (1997) cita que é a partir dos dados, explicitamente apresentados nos problemas numéricos, isto é, não literais, que se verifica a vantagem de trabalhar neste ou naquele sistema de unidades, caso as grandezas envolvidas não possuam unidades expressas em um mesmo sistema. Para ele, algumas vezes pode ser interessante efetuar, de imediato, as transformações necessárias para se ter uma idéia mais clara das intensidades relativas das grandezas envolvidas ou, mesmo, para evitar possíveis esquecimentos quando da substituição das mesmas pelos seus correspondentes valores numéricos nas equações do problema. Muitas vezes, contudo, simplificações de termos ou de unidades podem tornar desnecessária esta tarefa de transformação.

Peduzzi (1997) acrescenta ainda que, estes primeiros itens, dependendo da natureza do problema, procuram incentivar o estudante a dar início ao problema, auxiliando-o na sua formulação. Assim, acredita que um começo, mesmo incipiente, representa, por si, uma mudança significativa em relação à atitude de leitura e desistência que se apodera de muitos alunos quando se envolvem com a resolução de problemas em física. Argumenta que este procedimento inicial pode e deve direcionar a atenção do solucionador para o que propõe o próximo item da estratégia.

Estratégias/ grupo de alunos	Gosta de resolver problemas e tem facilidade	Gosta de resolver, mas às vezes possui dificuldades	Acha a aula desinteressante e desanimadora	Faz por obrigação	Não faz
---	---	--	---	------------------------------	--------------------

5. Analisa a situação e elabora hipóteses.	18,8%	30,9%	31,6%	29,6%	33,3%

Estratégia 5. Comentários e análises:

Curiosamente, nesse caso, os alunos que gostam e tem facilidade, responderam em menor número que analisam a situação e elaboram hipóteses. Nesse caso, podem ter automatizado os passos de resolução ou até mesmo, os exercícios feitos em sala de aula são resolvidos sem a necessidade de uma grande análise desses alunos.

Peduzzi (1997) sugere que se faça uma análise qualitativa do problema, a fim de delinear o mais claramente possível, antes de passar à sua quantificação, isto é, antes de se lidar com as equações que permitirão resolvê-lo. Aponta que considerações sobre a constância desta ou daquela grandeza, as aproximações envolvidas, a aplicabilidade de leis e princípios implicados, etc., exemplificam aspectos de um problema que, levados em conta em uma discussão inicial, contribuem para que se desenvolva uma melhor clareza e compreensão da situação tratada.

Cita um exemplo em que é necessária esta discussão qualitativa, em nível mais aprofundado, que é no caso de problemas não convencionais, de enunciados abertos ou semi-abertos. Nestes casos, o enunciado não se constitui em uma fonte completa de informações, isto é, não apresenta os dados usuais de que se necessita para resolver o problema, como ocorre nos de enunciados fechados - os tradicionais. Para ele, um enunciado do tipo Calcule o tempo em que se dará o encontro entre um automóvel e um carro de polícia que se lança em sua perseguição exemplifica um enunciado aberto, em contraste com um enunciado fechado que, envolvendo situação análoga, apresentaria uma descrição completa da mesma, especificando, para o cálculo do tempo de encontro dos veículos, a separação inicial entre eles, suas respectivas velocidades e os tipos de movimentos. Lembra ainda que, os problemas sem dados no enunciado obrigam os alunos a fazer hipóteses, a imaginar quais devem ser os parâmetros pertinentes e de que forma intervêm. São as hipóteses que focalizam e orientam a solução. No entanto, afirma que a estrutura rígida de um enunciado fechado dá pouca, ou nenhuma, margem para a emissão de hipóteses por parte do solucionador.

Com problemas de enunciados abertos, Gil Perez, propõe uma mudança radical na didática habitual da resolução de problemas em física. Além de propiciarem uma resolução de problemas necessariamente mais participativa e consciente, pelo estudante, estes problemas mostram-se potencialmente úteis para familiarizar melhor o aluno com alguns aspectos da metodologia científica, que aparece distorcida nos problemas tradicionais.

Peduzzi (1997), porém, manifesta que a estrutura usual dos problemas de lápis e papel, em física, calcada na busca de uma conexão entre dados e incógnitas, induz o estudante a considerar o conhecimento como resultado de um processo indutivo de inferência a partir de dados conhecidos, isto é, a uma visão empirista da ciência.

De acordo com Gil et. al (1992), uma autêntica resolução de problema deve, necessariamente, possibilitar ao solucionador a emissão de hipóteses e a elaboração de estratégias de solução, a partir do repertório teórico de que dispõe, bem como uma cuidadosa apreciação da resposta obtida, em termos de sua viabilidade física à situação desenvolvida. Neste sentido, ao mesmo tempo que ressalta a importância dos problemas de enunciados abertos para alcançar estes objetivos, ele se posiciona contra o uso de problemas-tipo, que provocam fixação e tornam mais difícil o engajamento do aluno

dentro de uma concepção de problema que privilegia o caráter de investigação que esta atividade deve ter.

É importante ressaltar que a metodologia proposta por Gil Perez para a abordagem de problemas sustenta-se, teoricamente, no desenvolvimento de um ensino em conformidade com certos aspectos consensuais da moderna filosofia da ciência (Kuhn, Popper, Lakatos, Toulmin, Hanson etc.). Isto é, em um ensino que deve destacar o papel central da hipótese e do conjunto de pressupostos teóricos do cientista na proposição, delineamento, articulação e seleção de teorias. A transformação de um problema fechado em um problema de enunciado aberto não demanda maiores dificuldades, o que sem dúvida facilita a sua utilização pelo professor em classe.

Estratégias/ grupo alunos	Gosta de resolver problemas e tem facilidade	Gosta de resolver, mas às vezes possui dificuldades	Acha a aula desinteressante e desanimadora	Faz por obrigação	Não faz
6. Escreve a equação em que esteja envolvida com a grandeza incógnita e que seja adequada ao problema.	43,8%	7,1%	15,8%	7,4%	0%

Estratégia 6. Comentários e análises:

Neste item, novamente os alunos com facilidade se sobressaíram, pois vêem qual é a equação adequada ao problema e que está relacionada com as incógnitas.

Peduzzi (1997) lembra que a análise qualitativa (e a elaboração de hipóteses) presente em maior ou menor intensidade em um problema, dependendo de seu tipo, conduz de forma natural à busca por equações que se ajustem às condições do problema e que relacionem as grandezas nele envolvidas (item sete da estratégia). Citam que esses dos últimos itens deixam claro que é necessária uma adequada fundamentação teórica para que seja viável uma resolução de problema bem sucedida. Uma boa compreensão das equações de definição, leis e princípios é essencial para uma aplicação correta dos mesmos. A posse de um conhecimento relevante na estrutura cognitiva, especialmente se claro, estável e discriminável, facilita a solução de problemas. De fato, sem tal conhecimento nenhuma solução de problemas é possível, apesar do grau de habilidade do aprendiz na aprendizagem pela descoberta; sem este conhecimento ele não poderia nem começar a compreender a natureza do problema com que se defronta.

Peduzzi (1997) discute ainda o quanto é imprópria a atitude, bastante comum, de estudantes que se lançam à resolução de problemas sem antes terem desenvolvido ao menos uma compreensão básica do quadro conceitual em que eles se inserem. Argumenta que esta, certamente, em nada favorece o intercâmbio entre teoria e problemas, nos termos de Kuhn. O que acontece, então, nesses casos, via de regra, é que o estudante fica perdido e ou desiste do problema ou incorre em erro, utilizando, indiscriminadamente, equações que nada têm a ver com a situação considerada.

Estratégias/ grupo alunos	Gosta de resolver problemas e	Gosta de resolver, mas às vezes	Acha a aula desinteressante e desanimadora	Faz por obrigação	Não faz
--	--	--	---	------------------------------	--------------------

	tem facilidade	possui dificuldades			
7. Faz as substituições numéricas.	31,3%	19%	21,1%	14,8%	0%
<p><i>Estratégia 7. Comentários e análises:</i> O percentual de respostas para esse item é ligeiramente maior no caso de alunos com facilidade, o que denota a atenção desses alunos com a necessidade de substituir as incógnicas pelos dados numéricos dos dados dos problemas. Peduzzi (1997) afirma que ao se desenvolver um problema literalmente e encontrar uma expressão geral para a quantidade procurada em função de parâmetros especificados pelo enunciado (problemas fechados) ou indicados pelo próprio solucionador (problemas abertos) se obtém, especificamente, a relação de dependência da incógnita sobre outras quantidades (independente desta ou daquela grandeza, proporcional a esta ou aquela quantidade, etc.). Em sua opinião, isto possibilita contrastar a análise qualitativa previamente realizada pelo solucionador com o resultado do problema, além de viabilizar o exame de casos limites (atribuir a uma grandeza valores muito grandes ou muito pequenos e verificar os seus efeitos sobre a grandeza incógnita). A consideração de casos limites não é apenas útil para detectar resultados incorretos, mas também para modificar delineamentos qualitativos, fixar limites de validade das expressões obtidas, etc.</p>					
Estratégias/ grupo de alunos	Gosta de resolver problemas e tem facilidade	Gosta de resolver, mas às vezes possui dificuldades	Acha a aula desinteressante e desanimadora	Faz por obrigação	Não faz
8. Analisa criticamente o resultado encontrado.	28,1%	28,6%	26,3%	29,6%	0%
<p><i>Estratégia 8. Comentários e análises:</i> Com relação à análise do resultado do problema, todos os grupos tiveram resultado parecidos. No entanto, os índices de todos os grupos chamaram a atenção, pois apenas cerca de 30% dos alunos afirmaram que analisam e observam se o resultado está de acordo com o problema. Isso é preocupante e deve ser motivo de cuidado também por parte dos professores, que podem falar sobre a importância dessa etapa na resolução de problemas. Para Peduzzi (1997), a análise crítica do resultado de um problema é, sem dúvida, uma importante e imprescindível tarefa a ser executada pelo solucionador. Cita que o exame da viabilidade física de uma resposta pode sugerir a existência de incorreções na fase de execução do plano estabelecido. Aponta que é comum, por exemplo, um erro no desenvolvimento literal de um problema, ou quando da substituição das grandezas por seus valores numéricos. Por outro lado, explica que em situações onde a aritmética proporciona mais de um resultado (como ocorre em certos problemas envolvendo o movimento de projéteis e também em situações que demandam o cálculo do tempo de encontro de dois corpos), a interpretação e seleção da resposta pertinente faz-se presente como uma ação indispensavelmente obrigatória.</p>					

Essa questão do questionário também mostrou que os alunos que gostam e têm mais facilidade de resolver exercícios adotam mais estratégias de resolução de problemas. No caso desse grupo, o número de itens (estratégias) alcançou a média de 3,4 itens. Considerando que são 8 itens propostos, mas que nem todos são importantes e necessários em todos os exercícios ou problemas, o resultado é expressivo, porém, poderia ser melhor. Já os alunos que gostam de fazer, mas apresentam dificuldades e, os alunos que acham a resolução de exercícios com fórmulas desinteressante, tiveram resultado igual, adotando, em média, 2,4 itens das estratégias de Peduzzi. O menor número de estratégias, nesse grupo de 165 estudantes da pesquisa, é adotado pelos alunos que fazem por obrigação, 1,9 itens, ou seja, quase a metade de etapas que os alunos que tem mais facilidade.

5 CONCLUSÃO

Neste TCC, enfatizamos a importância da motivação no ensino-aprendizado, mostrando que é uma componente indispensável e extremamente importante para o aprendizado. Apontamos os graves problemas de motivação, decorrentes em vários casos, da falta de ferramentas por parte do professor e da quantidade de informações cobradas dos alunos. Vemos o professor como figura-chave para a motivação em sala de aula, pois a sua metodologia de ensino interfere diretamente na motivação do aluno. Também discutimos as condicionantes ambientais, argumentando que os professores criam ambientes que afetam a motivação e a aprendizagem. No entanto, percebemos que depende também de condicionantes pessoais, ou seja, da motivação do próprio aluno, que precisa estar interessado em aprender. Distinguimos ainda, os tipos de motivação, descrevendo que a motivação intrínseca resulta de um interesse da própria pessoa por um dado assunto ou situação, e que a motivação extrínseca decorre de estímulos em forma de recompensas ou vantagens, que quando não oferecidos ou claros para o aluno, fazem com que não haja mais interesse do aluno pelas aulas.

A partir de estudos e do que orientam os documentos norteadores do ensino e pesquisas de autores que debatem a temática, discutimos as principais concepções de ensino de física, polarizadas em conceitual e matematizada, para assim entender porque a física tem se reduzido a um treinamento para a aplicação de fórmulas na resolução de problemas. Defendemos, com base nas propostas curriculares norteadoras do ensino, que não se deve abandonar a utilização de fórmulas, pois são equações usadas para expressar o conhecimento da física. Propomos que o formalismo matemático seja compreendido como uma forma de sintetizar os conceitos, já que a ideia de tomar apenas uma concepção como correta e que deve ser seguida, é contrária a aquilo que recomendam os PCNs.

Mostramos que a utilização de equações matemáticas possui grande importância no ensino de física, por ser uma linguagem que representa os conhecimentos físicos. No entanto, há exagero no uso de fórmulas, gerando assim desinteresse nos estudantes, que alegam aversão ao ensino de física principalmente pelos cálculos que são realizados em física, que são classificados como “chatos”.

Existe a necessidade de elaborar e implementar estratégias metodológicas que favoreçam a elaboração de representações, permitindo, assim, aos estudantes perceberem as equações matemáticas como uma linguagem especial, elemento estruturante, para que não sejam apenas simples fórmulas usadas na resolução de questões e situações-problema, e que resultam em obstáculo pedagógico para a aprendizagem significativa dos conteúdos da Física.

Percebida a importância das equações e da matemática para a física, apontamos as relações entre matemática e física e discutimos a necessidade de se pensar em alternativas e estratégias didáticas para levar as discussões sobre as relações entre Matemática e Física no âmbito escolar, inclusive em sala de aula, para evidenciar o papel da Física como motivação para o surgimento dos conceitos matemáticos. Insistimos para o fato de que um ensino de física estritamente “matematizado e desconectado” do cotidiano do aluno distancia e desmotiva ainda mais esses estudantes, mas que também não se pode ignorar a linguagem matemática e privilegiar apenas os conceitos físicos, pois a matemática é a linguagem universal utilizada para expressar a física.

Com base no pressuposto que a Matemática estrutura o pensamento físico, citamos as pesquisas de Karam e Pietrocola (2009), que defendem a ideia de que a Matemática usada na resolução de problemas de Física é semanticamente diferente da ensinada por professores de Matemática. Assim, foi possível ver que além das habilidades técnicas

rotineiramente aprendidas nas disciplinas de Matemática, é preciso também desenvolver habilidades estruturantes que trabalhem a capacidade dos estudantes em empregar o conhecimento matemático para estruturar situações físicas.

Muitos professores de Física vinculam o insucesso de seus estudantes à falta dessas habilidades técnicas quando dizem que seus estudantes não sabem dividir com vírgula, isolar uma variável, construir um gráfico, resolver uma equação, calcular um determinante... No entanto, não é apenas a matemática básica o problema no aprendizado de física. Há deficiências dos alunos também em relação às habilidades estruturantes, que para Pietrocola (2002) são entendidas como a capacidade de se fazer um uso organizacional da Matemática em domínios externos a ela (especialmente em Física), em outras palavras, saber pensar matematicamente os fenômenos do mundo físico, ou ler esse mesmo mundo por meio de uma linguagem matemática, ou ainda, estruturar o mundo físico por meio da matemática.

Caracterizamos ainda o papel da modelagem matemática no ensino-aprendizado em física, salientando que não basta saber operar mecanicamente as "ferramentas" matemáticas como funções, logaritmos, matrizes ou vetores, pois é necessário identificar os aspectos essenciais dessas estruturas para utilizá-las no processo de modelização de fenômenos físicos. Essa discussão ocorreu em virtude do entendimento de que a busca pelo desenvolvimento de habilidades estruturantes no ensino de Física passa pela discussão sobre modelos e modelização.

Evidenciamos assim, a necessidade de se usar melhor os modelos matemáticos nas aulas de física, pois, na atualidade, o que se nota, é que os modelos são dados de forma "pronta", o que resulta na desmotivação nos estudantes. Faz-se necessário repensar a maneira como são trabalhados os modelos, que não podem resultar em uma simples dedução de fórmulas, já que um modelo matemático é uma criação, que depende de um ambiente favorável à sua execução. É notória a necessidade de buscar metodologias ou estratégias que oportunizem, de fato, um ensino de Física contextualizado e motivador.

Existem grandes diferenças entre exercícios e problemas. Os exercícios caracterizam-se como modalidades com rotinas automatizadas, como consequência de uma prática continuada, que não exigem nenhum conhecimento ou habilidade nova, podendo, por isso mesmo, ser superadas por meios ou caminhos habituais, enquanto que um problema é uma modalidade em que o indivíduo não é levado à solução de uma forma imediata ou automática, e o solucionador se envolve em um processo que requer reflexão e tomada de decisões sobre uma determinada sequência de passos ou etapas a seguir.

Percebemos a importância do trabalho com problemas no Ensino de Física, devido ao seu caráter mais abrangente e pela valorização da construção do raciocínio enquanto o aluno formula hipóteses para a sua solução. Criticamos o fato dos professores afirmarem que trabalham com problemas em suas práticas didático-pedagógicas, mas o que realmente fazem é a resolução de simples exercícios. Nesse caso, vemos como necessária uma distinção concreta entre o que podemos considerar um problema e o que se apresenta como um simples exercício.

A didática do professor também interfere na motivação do aluno para a resolução de problemas. Propomos que deve haver um aprofundamento maior sobre como ocorre a explicação de questões de física em sala de aula, já que os percalços encontrados na resolução de problemas no ensino de física são muitos. Vimos que os professores, em geral, culpam a falta de fundamentos de matemática nos alunos como o fator de maior dificuldade, mencionando que as dificuldades do aluno com a resolução de problemas são geralmente diagnosticadas como estando relacionadas a não compreensão, em níveis desejáveis, dos temas abordados e/ou a insuficientes conhecimentos matemáticos. No entanto, salientamos estudos que afirmam que a fonte do problema pode estar no professor,

em especial, na didática empregada por este. Assim, o fracasso generalizado na resolução de problemas de Física, pode advir das deficiências do ensino habitual de resolução de problemas.

Esclarecemos a importância das orientações do professor na resolução de problemas, para que os alunos não apresentem dificuldades. Também argumentamos que um planejamento faz diferença e que o professor necessita discutir, durante as aulas, com os alunos, procedimentos que os ajudem na resolução de problemas.

Dessa forma, verificou-se a necessidade de observar alternativas visando entender como essa atividade poderia ser mais prazerosa para os estudantes, estimulando-os a dar maior importância à sua execução. Nesse sentido, ficou bastante claro que, um aprofundamento maior sobre os estágios de resolução de problemas e um estudo sobre o ensino de estratégias de resolução de questões aos alunos, pode conferir maior sucesso ao ensino de física e resultar em menores índices de desmotivação com relação à disciplina. Viu-se assim, a importância de implementar em sala de aula estratégias que facilitem a resolução de problemas, como forma de superar o fracasso atual no ensino de física, que é muito criticado pelos estudantes, pelo excesso de matematização, falta de exemplos e aplicações em fórmulas sem notória importância e desconectadas do cotidiano.

Posteriormente, a partir da análise de questionários buscou-se verificar a pertinência da utilização de estratégias de resolução de problemas como forma de superar a desmotivação no ensino de física, em geral, atribuída ao excesso de formalismo matemático. Entre os resultados obtidos, destacou-se o fato de que alunos que adotam mais estratégias de resolução possuem menos dificuldades em resolver problemas em física. Portanto, vê-se a necessidade de o professor dar ênfase em sala de aula à utilização de estratégias na resolução de questões, destacando que essas estratégias tornam a resolução de problemas uma tarefa menos complexa e mais motivante para os alunos.

A análise do questionário aplicado com os professores evidenciou que eles reconhecem as possibilidades de tornar o ensino de física mais atraente ao aluno. Também observamos que não são professores que possuem uma concepção de ensino estritamente matematizada, nem professores que seguem apenas a linha de concepção conceitual, já que as fórmulas, de alguma forma, possuem importância no ensino e não são descartadas ou relegadas. O resultado é o mesmo do que os PCNs propõem, ou seja, uma física associada ao cotidiano, mas também com foco no desenvolvimento de habilidades relacionadas à linguagem matemática em física.

Vimos resultados que consentiam com as pesquisas sobre o uso de fórmulas, que apontam as sérias dificuldades dos professores em trabalhar com as equações no ensino de física. Nesse caso, defendemos a necessidade de um maior entendimento sobre o papel das equações no ensino de física, além de mais conhecimento sobre o que é a modelagem matemática e reflexão sobre a didática empregada por esses professores.

Observamos também, através da análise das respostas dos professores, que a resolução de exercícios ou problemas das equações por parte de muitos professores ainda não é feito de maneira a facilitar o aprendizado por parte dos alunos, devido ao tratamento dado pelos professores às questões de física, entendidos, em geral, como perguntas com respostas prontas e únicas/absolutas.

Os alunos possuem graves dificuldades na resolução em função das poucas estratégias que adotam na resolução em problemas ou exercícios. Nesse caso, apontamos que há a necessidade de uma discussão mais ampla em sala de aula sobre o assunto.

O fato de todos os professores responderem que notam, muitas vezes, desmotivação dos alunos, durante a resolução de exercícios/problemas de física, é um dado que merece atenção. Nesse caso, criticamos o fato da Física no Ensino Médio frequentemente ser reduzida a um treinamento para a aplicação de fórmulas na resolução de problemas

artificialmente formulados ou simplesmente abstratos. Para superação desse problema, propomos que deve ser trabalhada uma Física para a vida, que seja capaz de motivar o aluno para o estudo e, deste modo, propiciar condições favoráveis para o gostar e para o aprender. Para isso, insistimos que é necessário que o estudante perceba a importância dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula, tanto para a sua formação como para a sua vida. Nesse caso, o professor necessita atribuir significado à Física por ele ensinada.

O fato de vários professores afirmarem que muitas vezes é possível motivar um aluno durante a resolução de exercícios/problemas de Física demonstrou o papel de agente motivador do professor, que como já foi citado, “cria ambientes” que afetam a motivação e a aprendizagem. Além disso, o fato dos professores conferirem se os alunos fizeram a resolução dos exercícios/problemas solicitados, foi vista como uma mediação importante, pois é através dela, que o professor pode ver as dificuldades de aprendizagem de seus alunos e verificar as estratégias adotadas pelos mesmos na resolução dos exercícios ou problemas de física. Com isso, salientamos que é possível explicar aos alunos como aperfeiçoar as etapas de resolução, para que eles aprendam a resolver sem apresentarem grandes dificuldades.

O consenso entre os professores de física em apontar a matemática como fonte da dificuldade mostra que ainda há o entendimento que o domínio da linguagem matemática é necessário. Esclarecemos que as habilidades técnicas são vitais, mas também o problema pode estar nas habilidades estruturantes, de pensar matematicamente um fenômeno físico.

A maior parte dos professores levou em conta a falta de habilidades técnicas, como a matemática básica, como fonte da generalizada dificuldade dos estudantes na disciplina de física. Poucos destes professores citaram habilidades estruturantes, que são aquelas que o aluno consegue pensar matematicamente um fenômeno físico. Assim, torna-se pertinente um maior esclarecimento sobre modelagem matemática, para que se entenda a importância das equações e o que elas representam para o ensino de física.

A maioria dos professores disse existir diferenças entre problemas e exercícios, o que está correto. No entanto, as ideias diferem em vários aspectos com o que os pesquisadores defendem. As análises revelaram que as concepções de professores de Física sobre problemas e exercícios não são absolutas, apresentando variáveis de acordo com a formação, a experiência em sala de aula e os ideais particulares de cada um. É notável, portanto, a necessidade de um conhecimento mais amplo, por parte dos professores, das relações entre problema e exercício, suas reais definições e principais aplicações no Ensino de Física. Fica clara também que é importante trabalhar com problemas em sala de aula, pois promovem reflexões e também uma aprendizagem mais duradoura, significativa e prazerosa dos conhecimentos de física.

Com relação ao questionário aplicado com os alunos, concluímos que os alunos gostam de resolver questões, mas muitos possuem dificuldades. Apesar de motivados, esses alunos sentem grandes dificuldades de resolver os problemas em física. Ou seja, está em conformidade com aquilo que as pesquisas já sinalizaram. Assim, há necessidade de se pensar em alternativas para atenuar ou minimizar os problemas de aprendizagem em Física. Nesse caso, o pesquisador salienta que a didática do professor é importante, pois pode ser que os professores ensinam de uma maneira que não facilita o aprendizado desses alunos. Também, há de se pensar na discussão de estratégias de resolução visando resolver essa situação. Nesse caso, cabe uma discussão conjunta entre professores e alunos sobre a importância dos exercícios/problemas. Também, um maior auxílio do professor na tentativa de fazer o aluno refletir mais e procurar adotar outras alternativas, ou até mesmo mais procedimentos, para resolver as questões de física.

Também foi objeto de análise as diferenças entre as estratégias de resolução de problemas citadas por grupos diferentes de alunos e a quantidade que cada grupo adota. A

análise revelou que os alunos que gostam e têm mais facilidade de resolver exercícios adotam mais estratégias de resolução de problemas. No caso desse grupo, o número de itens (estratégias) alcançou a média de 3,4 itens, sendo maior em relação aos demais grupos. Assim, foi apontada a pertinência do uso desses itens como estratégias de resolução de problemas, mas enfatizou-se que elas não são unânimes, variando em número e grau para problemas diferenciados.

Pela importância que destacamos com relação à adoção de estratégias na solução de problemas de física na superação da desmotivação em física, os pesquisadores acreditam que capacitação para os professores possibilitaria superar essas deficiências.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R. **A alegria de ensinar**. 10.ed. Campinas: Papirus, 2006.
- ANJOS, A. J. S.; CABALLERO, C.; MOREIRA, M. A. **As equações matemáticas no ensino de física: o que pensam os professores**. Atas do VI Encontro Internacional e III Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa, 2010.
- ANTUNES, C.. **Professor bonzinho = aluno difícil**: a questão da indisciplina em sala de aula. 5.ed. Petrópolis: Vozes, 2006.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática**: uma nova estratégia. 2 ed. São Paulo: Contexto, 2004, 389p.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. **Modelagem Matemática no ensino**. São Paulo, Contexto, 2003.
- BONADIMAN, H., NONENMACHER, S. E. B. O Gostar e o Aprender no Ensino de Física: Uma proposta Metodológica. In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Sociedade Brasileira de Ensino de Física. v. 24, n. 2, agosto de 2007 p. 194 – 223.
- BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (orgs.). **A Motivação do aluno**: contribuições da psicologia contemporânea. 3.ed. Petrópolis: Vozes, 2004.
- BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Parâmetros curriculares para o ensino médio**: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, 2006.
- BRASIL. **PCNEM + Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Secretaria de Educação Média e Tecnológica – Brasília: MEC; SEMTEC, 2002. 144 p.
- BZUNECK, J. A. Crenças de autoeficácia e o seu papel na motivação do aluno. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (orgs.) **A motivação do aluno**: contribuições da psicologia contemporânea. 3.ed. Petrópolis: Rio de Janeiro, 2004, p. 116- 133.
- CARVALHO JÚNIOR, G. D. de. As concepções de ensino de física e a construção da cidadania. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 1, p. 53-66, abr. 2002.
- CHAVES, M. I. A; ESPÍRITO SANTO, A. O. **Um modelo de modelagem matemática para o Ensino Médio**. In: Anais do VII Congresso Norte/Nordeste de Educação em Ciências e Matemática, Belém, 8 a 11 de dez. 2004.

CLEMENT, Luiz; TERRAZZAN, Eduardo A., NASCIMENTO, Tiago B. **Resolução de problemas no ensino de física baseada numa abordagem investigativa.** In: Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Bauru: ABRAPEC, 2003.

COSTA, M. A. da. **Aluno pesquisador.** Blumenau: HECK, 2000.

DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora.** Florianópolis/SC: UFSC, 2001.

FITA, E. C. O professor e a motivação dos alunos. In: TAPIA, J. A.; FITA, E. C. **A motivação em sala de aula: o que é, como se faz.** 4. Ed. São Paulo: Loyola, 2003. p. 65 – 135.

GIKOVATE, F. **A arte de educar.** Curitiba: Nova Didática, 2001.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, D. et. al. Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 9, n. 1, p.7-19, 1992.

GUIMARÃES, S. E. R. A organização da escola e da sala de aula como determinantes da motivação intrínseca e da meta aprender. Em E. Boruchovitch & J. A. Bzuneck (Orgs.). **A Motivação do aluno: Contribuições da psicologia contemporânea.** Petrópolis: Vozes, 2004. p. 78-95.

KARAM, R. A. S.; PIETROCOLA, M. Habilidades Técnicas Versus Habilidades Estruturantes: Resolução de Problemas e o Papel da Matemática como Estruturante do Pensamento Físico. **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.2, n.2, p.181-205, jul. 2009.

[KARAM, R. A. S. Matemática como estruturante e física como motivação: uma análise de concepções sobre as relações entre matemática e física. In: VI ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2007, Florianópolis, SC. Anais do VI Enpec.](#)

KARLING, A. A. **A didática necessária.** São Paulo: IBRASA, 1991.

KAUARK, F; MUNIZ, I. **Motivação no ensino e na aprendizagem: competências e criatividade na prática pedagógica.** 2.ed. Rio de Janeiro: Wak Ed., 2011.

LAKATOS, E. M. et al. **Técnicas de pesquisas.** São Paulo: Atlas, 1986.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de Metodologia Científica.** São Paulo. Ed. Atlas, 1985.

MINAYO, M. C. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde.** Rio de Janeiro: Abrasco; 2007.

OLIVEIRA, D. G. de; MOREIRA, C. C.; MUENCHEN, C.. **Problemas e exercícios no ensino de física:** o que pensam os professores. XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física. Manaus: fevereiro de 2011.

OLIVEIRA, D. P. R. **Sistemas, organização e métodos:** uma abordagem gerencial. 15. d. São Paulo: Atlas, 2005.

PEDUZZI, L.O.Q. Sobre a Resolução de Problemas no Ensino de Física. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.14, n.3: p.229-253, dez.1997.

PIETROCOLA, M. A matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.19, n.1: p.88-108, ago. 2002.

PINHEIRO, T.F.; PIETROCOLA, M., ALVES FILHO, J. P. Modelização de variáveis: uma maneira de caracterizar o papel estruturador da Matemática no conhecimento científico. In: **Ensino de Física:** conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

POINCARÉ, H. **O Valor da Ciência.** Tradução Maria Helena Franco Martins. Rio de Janeiro: Contraponto, 1995.

RAMOS, P.; RAMOS, M. M. **Como tornar-se um professor inesquecível.** 2.ed. Blumenau: Odorizzi, 2005.

ROSSINI, M. A. S. **Aprender tem que ser gostoso...** 3.ed. Petrópolis: Vozes, 2004.

SANTA CATARINA, Secretaria de Estado da Educação e do Desporto. **Proposta Curricular de Santa Catarina:** Educação Infantil, Ensino Fundamental e Médio: Disciplinas curriculares. Florianópolis: COGEN, 1998.

SOUSA, C. M. S.G; FÁVERO, M. H. Concepções de professores de Física sobre resolução de problemas e o ensino de Física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2003.

TAPIA, J. A.; FITA, E. C. **A motivação em sala de aula:** o que é, como se faz. 6.ed. São Paulo: Edições Loyola, 2003.

TAPIA, J. A. Contexto, motivação e aprendizagem. In: TAPIA, J. A.; FITA, E. C. **A motivação em sala de aula:** o que é, como se faz. 4. Ed. São Paulo: Loyola, 2003. p. 11 – 61.

VILLANI, A. . Reflexões Sobre as Dificuldades Cognitivas dos Professores de Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física.** Florianópolis, v. 8, n. 1, p. 7-13, 1991.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO COM OS ALUNOS

Prezado(a) aluno(a),

Este questionário é parte de uma pesquisa que eu, Sandro Milbratz, estou realizando no Trabalho de Conclusão II no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física. Solicito, gentilmente, que você responda as questões abaixo.

Idade: ____ anos

Série: () Primeiro ano () Segundo ano () Terceiro ano

1) Você gosta das aulas de Física? () Sempre () Muitas vezes () Poucas vezes () Nunca

2) Coloque em ordem crescente (1,2,3...) os fatores que tornam a disciplina de Física MOTIVANTE E LEGAL?

() os assuntos. () os experimentos. () os cálculos. () a teoria.
() os exercícios. () contexto histórico. () os trabalhos () Outra. Qual?

3) Coloque em ordem crescente (1,2,3...) os fatores que tornam a disciplina de Física DESMOTIVANTE E “CHATA”?

() os assuntos. () os experimentos. () os cálculos. () a teoria.
() os exercícios. () contexto histórico. () os trabalhos () Outra. Qual?

4) Você possui dificuldades na disciplina de Física?

() Sim, muitas dificuldades () Sim, algumas dificuldades () Não possui dificuldades

5) Coloque em ordem crescente (de 1 a 3) os TRÊS fatores que mais dificultaram (dificultam) a sua aprendizagem em relação aos conteúdos da disciplina de Física.

() Tenho dificuldade em utilizar fórmulas. () Tenho dificuldade em interpretar as questões.

() Tenho dificuldade em compreender as teorias. () Não vejo finalidade prática do que se ensina.

() Deveria haver mais aulas práticas. () Pouco tempo ou poucas aulas

() A indisciplina da turma. () Nenhum fator dificultou.

() Outra. Qual? _____

6) Coloque em ordem crescente (1,2,3...) os fatores que tornam um exercício de física difícil de resolver.

() Quando o enunciado e/ou a pergunta do exercício são longos.

() Quando é preciso utilizar alguma fórmula.

() Quando o professor não passa exemplos similares ao exercício a ser resolvido.

() Tenho dificuldade na matemática básica.

() Tenho dificuldade de imaginar o exercício mentalmente.

() Outra. Qual? _____

7) Marque apenas uma resposta: Quando a aula de física envolve a resolução de exercícios com fórmulas, você...

- gosta de resolver e tem facilidade.
- gosta de resolver, mas às vezes possui dificuldades.
- acha a aula desinteressante e desanimadora.
- faz por obrigação.
- Outra. Qual? _____

8) Marque X nas opções de estratégias abaixo que você utiliza para a resolução de problemas em física.

- Lê o enunciado do problema com atenção, buscando à sua compreensão.
- Representa a situação-problema por desenhos, gráficos ou diagramas para melhor visualizá-la.
- Lista os dados (expressando as grandezas envolvidas em notação simbólica).
- Verifica se as unidades das grandezas envolvidas e faz as transformações necessárias.
- Analisa a situação e elabora hipóteses.
- Escreve a equação em que esteja envolvida com a grandeza incógnita e que seja adequada ao problema.
- Faz as substituições numéricas.
- Analisa criticamente o resultado encontrado.
- Outra. Qual? _____

9) Você acha a resolução de exercícios de física com fórmulas complicada (difícil)? Por quê?

R: _____

10) Você gosta da disciplina de matemática? (Obs.: Não leve em conta o professor).

- Sim Não

11) Você possui dificuldades na disciplina de matemática?

- Sempre Muitas vezes Poucas vezes Nunca

12) Na sua opinião: as disciplinas de matemática e física estão relacionadas?

- Muito relacionadas. Há algumas relações.
- Pouco relacionadas. Não estão relacionadas.

13) Compreender matemática é essencial para entender a física? Por quê?

R: _____

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO APLICADO COM OS PROFESSORES

Prezado(a) professor(a),

Este questionário é parte de uma pesquisa que eu, Sandro Milbratz, estou realizando no Trabalho de Conclusão II no curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com Habilitação em Física do IFSC/JS. Solicito, gentilmente, que você responda as questões abaixo.

Idade: () menos de 21 anos () Entre 21 e 25 anos () entre 26 e 30 anos () entre 31 e 40 anos
() entre 41 e 50 anos () entre 51 e 60 anos () acima de 60 anos

Formação: () Cursando Ensino Superior () Ensino Superior Incompleto
() Ensino Superior Completo () Especialização
() Mestrado () Doutorado () Outra(s)

Tempo de carreira na docência:

() menos de um ano () entre um e dois anos () entre três e quatro anos
() entre cinco e sete anos
() entre sete e nove anos () entre dez e quinze anos () entre dezesseis e vinte anos
() acima de vinte anos

Lecionou Física: () Em escolas públicas e privadas () Em escolas públicas
() Em escolas privadas

NAS QUESTÕES ABAIXO, ASSINALE COM UM X A LACUNA QUE MAIS ESTÁ EM CONCORDÂNCIA COM O QUE VOCÊ PENSA OU ACREDITA.

QUESTÕES	SEMPRE	MUITAS VEZES	ÀS VEZES	POUCAS VEZES	NUNCA
1) É possível tornar o ensino de física legal e motivante para o aluno?					
2) A utilização de fórmulas é importante no ensino de física?					
3) A utilização de fórmulas facilita o aprendizado do aluno na disciplina de Física?					
4) Você nota desmotivação dos alunos durante a resolução de exercícios/problemas de física?					
5) Você acha que as fórmulas no ensino de física desmotivam os alunos?					
6) Você incentiva os alunos a					

resolverem os exercícios/problemas de Física?					
7) É possível motivar um aluno durante a resolução de exercícios/problemas de Física?					
8) Existem questões com aplicação de fórmulas nas provas que você faz com os seus alunos?					
9) Você confere se os alunos fizeram a resolução dos exercícios/problemas que você solicitou?					
10) Você ensina ou mostra estratégias de resolução de exercícios/problemas para os seus alunos?					
11) As disciplinas de matemática e física estão relacionadas?					
12) Compreender matemática é essencial para entender a física?					

13. Quanto tempo das aulas você destina para que os alunos resolvam exercícios/problemas de física em sala de aula?

- menos de 10% entre 40 e 50% entre 80 e 90%
 entre 10 e 20% entre 50 e 60% mais de 90%
 entre 20 e 30% entre 60 e 70%
 entre 30 e 40% entre 70 e 80%

14. Em sua opinião: Quais fatores tornam um exercício/problema de física difícil de resolver para o aluno?

- Quando o enunciado e/ou a pergunta do exercício são longos. A dificuldade na matemática básica.
 Quando é preciso utilizar alguma fórmula. A dificuldade de imaginar o exercício mentalmente.
 Quando você não passa exemplos similares ao exercício a ser resolvido. Outro. _____

15. Em sua opinião: Quais estratégias abaixo são importantes para que um aluno consiga resolver um exercício/problema de física.

- Ler o enunciado do problema com atenção, buscando à sua compreensão.
 Representar a situação-problema por desenhos, gráficos ou diagramas para melhor visualizá-la.
 Listar os dados (expressando as grandezas envolvidas em notação simbólica).
 Verificar se as unidades das grandezas envolvidas e fazer as transformações necessárias.

- Analisar a situação e elaborar hipóteses.
- Escrever a equação em que esteja envolvida com a grandeza incógnita e que seja adequada ao problema.
- Fazer as substituições numéricas.
- Analisar criticamente o resultado encontrado.

16. Quando a aula de física envolve a resolução de exercícios/problemas com fórmulas, você acredita que a maioria dos alunos....

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> gosta de resolver e tem facilidade. | <input type="checkbox"/> acha a aula desinteressante e |
| <input type="checkbox"/> gosta de resolver, mas às vezes possui dificuldades. | desanimadora. |
| | <input type="checkbox"/> faz por obrigação. |
| | <input type="checkbox"/> não faz. |

17. Em sua opinião: O que motiva os alunos a resolverem exercícios/problemas de física?

18. Em sua opinião: O que desmotiva os alunos a resolverem exercícios/problemas de física?

19. Quais dificuldades você observa que os alunos possuem para resolver exercícios/problemas de física com fórmulas?

20. Em sua opinião: Há diferenças entre exercícios e problemas de física?

- Sim. Quais?

- Não. Por quê?

Comentários:
