

IMPORTÂNCIA DA MATEMÁTICA NO ENSINO DA FÍSICA

Munike Melgaço Batista da Silva⁽¹⁾

Professora da rede Pública Estadual de ensino da Secretaria de Educação do Tocantins,

munike_melgaco@hotmail.com

Patrícia Martins Guarda⁽¹⁾

Curso de Licenciatura em Física EAD e Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do

Tocantins patriciaguarda@uft.edu.br

Júlio Cesar Barreto Moreira Junior⁽²⁾

Curso de Licenciatura em Física EAD da Universidade Federal do Tocantins, juliocesarbmj@gmail.com

Nelson Junior Sant'Ana⁽³⁾

Curso de Licenciatura em Física EAD da Universidade Federal do Tocantins, juniorsantana@uft.edu.br

RESUMO: O presente trabalho visa averiguar as dificuldades encontradas pelos alunos de um colégio estadual da área urbana do município de Palmas no Estado do Tocantins em que atuam os alunos do PIBID de Física/ UFT para a aprendizagem da disciplina de física. Para que tal averiguação fosse feita a coordenação pedagógica, os professores da disciplina de física e os alunos do PIBID tiveram encontros informais com os alunos da unidade escolar a fim de ouvirem as carências por eles apontadas. Após esses encontros percebeu-se que a dificuldade deles não estava relacionada ao conhecimento dos conceitos físicos, esse conhecimento na grande maioria das vezes existia, mas estava relacionada à integração desses conceitos físicos com as práticas matemáticas, sendo que essas práticas matemáticas eram de conteúdos que deveriam ter sido aprendidos no ensino fundamental. Essas dificuldades demonstram o quanto o ensino está carente e defasado em todos os níveis de aprendizagem, seja por falta de estrutura das unidades escolares, ou por uma carga horária pequena para algumas disciplinas ou ainda por falta de práticas pedagógicas que envolvam os alunos no processo de ensino-aprendizagem. Após tal constatação fez-se um trabalho de levantamento dos tópicos com dificuldades e então implementou-se práticas diferenciadas das já conhecidas pelos alunos e em horários que não fossem o de aula para que essas dificuldades fossem tratadas de forma individual e com maior atenção pois nessas aulas há mais tempo para trabalhar cada conteúdo. Esse trabalho tem que ser feito de forma contínua e sistemática para que os resultados sejam vistos a médio e longo prazo.

PALAVRAS- CHAVE: Dificuldade em Física, Ensino em Física, Importância da Matemática.

INTRODUÇÃO:

Os conteúdos de física encontram algumas barreiras para seu ensino: a quantidade de conceitos abstratos que os alunos são obrigados a lidar na trajetória da aprendizagem, a falta de práticas que diminuam a distância entre esses conceitos e a realidade, os alunos que saem do ensino fundamental se deparam com uma nova realidade daquela que estavam acostumados onde a física foi ensinada superficialmente no 9º ano e ainda compartilhou tempo com a

disciplina de química. Na tentativa de sistematizar o ensino da física, é utilizada em sala de aula, a matemática como a principal forma de aprendizagem. Por isso o conhecimento da matemática é, muitas das vezes, associado ao êxito ou ao fracasso do aluno. Para a maior parte dos professores quanto melhor a base em matemática de um aluno nos anos que antecedem o ensino da física melhor será seu desempenho no momento em que começarem a aprender. O trecho abaixo explica bem esse pensamento:

A Física, instrumento para a compreensão do mundo em que vivemos, possui também uma beleza conceitual ou teórica, que por si só poderia tornar seu aprendizado agradável. Esta beleza, no entanto, é comprometida pelos tropeços num instrumental matemático com o qual a Física é frequentemente confundida, pois os alunos têm sido expostos ao aparato matemático-formal, antes de terem compreendido os conceitos a que tal aparato deveria corresponder. (GREF, 2002, p.15).

As novas tendências defendidas apontam para a importância e necessidade do Ensino de Física ser orientado de modo a favorecer a contextualização dos conceitos da Física, aproximando-os do cotidiano do aluno. Mesmo com essas tendências é inegável que a matemática está cada vez mais alojada na física. Para se perceber isso basta olhar assuntos como: equações, inequações, geometria, tensores, entre outros que estão relacionados com conteúdos da física. Isso sem dizer que sem conhecimento de matemática básica como: frações, notação científica, regra de sinais, regra de três, fica quase impossível que um aluno desenvolva qualquer teoria física. É preciso deixar claro que os modelos matemáticos desenvolvidos no Ensino da Física possuem um sentido agregado ao fenômeno em estudo, que suas variáveis possuem um significado, não constituindo um conjunto de símbolos vazios.

Paty (2003) estudou o processo de matematização do mundo físico no século XVIII, que é muito diferente dos observados nas escolas atuais, destacando: “o papel de D`Alembert como um personagem central nesse processo, pois ele refinou e reformulou conceitos, tanto epistemológicos quanto metodológicos, importantes para a matematização do mundo físico.”

Os alunos encontram muita dificuldade em unir a matemática com a física e há uma relação direta entre a Matemática e a Física como coloca Bassanezi (2002):

Nas pesquisas científicas, a Matemática passou a funcionar como agente unificador de um mundo racionalizado, sendo um instrumento indispensável para a formulação de teorias fenomenológicas fundamentais, devido, principalmente ao seu poder de síntese e de generalização. (BASSANEZI, 2002 p 19-22)

E ainda afirma que “As leis fundamentais da Física são formuladas matematicamente para proporcionarem uma primeira geração de modelos matemáticos que depois, são sujeitos a várias correções, algumas empíricas” (BASSANEZI, 2002).

A relação entre Matemática e Física torna-se tão essencial que surge a física - matemática, constituindo-se como afirma Paty (1995):

[...] uma medição física propriamente dita, isto é, a elaboração explícita de conceitos físicos pensados matematicamente: sendo a matematização concebida como inerente aos conceitos, constitutiva desses, que serve para construí-los. (...) Desde então, a Física passou a substituir as determinações do real dado na experiência por esses conceitos abstratos construídos”. (PATY, 1995: p 234-235)

Segundo Lozada et al (2006) a Física constitui-se de uma tríade: “formulação de teoria, elaboração de um modelo matemático compatível e experimentação.”

O experimento é um fator relevante que fornece consistência ao modelo matemático do conceito físico. Segundo Paty (1995) a Matemática representa para a Física “um meio de investigação excepcional e constitutivo, pois sem ela não haveria, em especial, essa vocação unitária que a constitui como física, ciência do universo material.”

O papel da matemática no interior das pesquisas físicas se modificou, mas os livros ainda espelham uma tradição muito próxima das antigas tradições de Pitágoras e Galileu. Pode-se constatar isto através de livros didáticos destinados ao ensino médio.

No livro *Física*, de Ramalho et al. (1979), encontramos no capítulo 1, a seção "Física e Matemática". No seu único parágrafo lemos o seguinte:

A matemática ajuda muito a Física, simplificando a compreensão dos fenômenos. Uma fórmula matemática em um fenômeno físico é uma ajuda para sua compreensão e nunca deve ser assustadora para você. Uma longa explicação é necessária para chegarmos ao fato de que a energia de um corpo em movimento depende de sua massa e de sua velocidade; no entanto, recorrendo à Matemática, obtemos a fórmula:

$$E_c = \frac{m.v^2}{2}$$

Essa fórmula estabelece que a energia E é diretamente proporcional à massa m e ao quadrado da velocidade v; e também, que a energia depende da massa m e da velocidade V. Assim, aos poucos você terá de aprender a ler uma fórmula e utilizá-la a seu favor. RAMALHO et al, 1979 p 04)

Uma outra colocação sobre o assunto é feita por Bonjorno et al (1992). Na parte destinada à descrição da ciência, lê-se o seguinte:

Para estudar os fenômenos, a ciência procura, numa primeira etapa, estabelecer uma relação qualitativa entre eles. São as leis qualitativas. [...] O conhecimento destas leis não é suficiente e um estudo mais profundo sugere medidas quantitativas. [...] Quando se pode medir aquilo de que se está falando e exprimi-lo por números, estabelecemos o que chamamos de lei física. Lei física é a relação matemática entre as grandezas que participam de um mesmo fenômeno. (BONJORNIO et al, 1992 p 14).

A resolução de problemas em Física tem sido muito criticada, sobretudo por reduzir-se à aplicação de dados em fórmulas, não estabelecendo nenhum significado com o conceito físico.

Nesse sentido, coloca que:

Particularmente na área de ensino de Física [...] o que se verifica 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 como ilustrativos, como exercícios de aplicação de teoria e não como verdadeiros problemas, que é o que eles representam para o aluno. (PEDUZZI, 1997 p 230 – 231 apud ZYLBERSZTAJN, 1998 p 2)

Essa visão é corroborada pelos PCNs (1999: 229) que apontam que o Ensino de Física:

[...] 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”. (PCNs, 1999, p 229)

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006), corrobora o que foi dito pelos PCNs:

[...] na prática é comum a resolução de problemas utilizando expressões matemáticas dos princípios físicos e ao modelo utilizado. Isso se deve em parte ao fato já mencionado de que esses problemas são de tal modo idealizados que podem ser resolvidos com a mera aplicação de fórmulas, bastando ao aluno saber qual expressão usar e substituir os dados presentes no enunciado do problema. E prosseguem, alertando que “essas práticas não asseguram a competência investigativa, visto que não promovem a reflexão e a construção do conhecimento. Ou seja, dessa forma ensina-se mal e aprende-se pior. Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006, p 54)

Nas escolas não existe uma prática de resolução dos problemas de física para criar relação com o modelo matemático muito pelo contrário, apesar de o conhecimento de um ajudar na compreensão do outro, o que se faz é afastar, mesmo que inconscientemente os dois. Os alunos são incentivados a resolução de problemas, uma vez que mecanizam os procedimentos e os resultados obtidos, na maior parte das vezes, sequer são questionados ou analisados para que façam uma relação com o fenômeno físico estudado.

No ensino médio os currículos de matemática e de física se encontram em vários momentos. O que acontece em várias situações é que o professor de física espera que o aluno já chegue para ele com os pré-requisitos necessários para a aprendizagem do conteúdo. Esses pré-requisitos são conteúdos inerentes a formação do aluno desde o ensino fundamental. Esses alunos não chegam tão bem preparados na formação de matemática fazendo com que os professores de física sejam obrigados a, em várias situações, deixar de lado a física

propriamente dita para revisar conteúdos específicos e muito utilizados de matemática nas aulas de física.

A forma como a física vem sendo trabalhada não dá a oportunidade a construção dos modelos matemáticos. Não está sendo feita a correlação da teoria do fenômeno físico e seu modelo matemático correspondente. As fórmulas ficam “vazias” e sem significado, prejudicando a aquisição de conhecimento que segundo Skovsmose (1990) apud Barbosa (2001) está situado em três tipos diferentes de conhecimento que podem ser relacionados à modelagem matemática:

- o conhecimento matemático em si;
- o conhecimento tecnológico, que se refere a como construir e usar um modelo matemático;
- o conhecimento reflexivo, que se refere à natureza dos modelos e os critérios usados em sua construção, aplicação e avaliação.

O conhecimento significativo é aquele dotado de significado, que produz sentido para o aluno e mobiliza seu processo cognitivo.

O trabalho trata-se do conhecimento matemático em si e tendo como objetivo principal descobrir, através do próprio aluno, quais são os conteúdos da matemática que mais dificultam o processo de aprendizagem da física.

METODOLOGIA

Segundo Minayo (2008, p. 22) “metodologia inclui as concepções teóricas da abordagem, o conjunto de técnicas que possibilitam a apreensão da realidade e também o potencial do pesquisador”.

Visando descobrir quais as maiores dificuldades encontradas pelos alunos no processo ensino- aprendizagem na disciplina de física, primeiramente foi feita uma pesquisa informal com os alunos do 2º e 3º anos do ensino médio do turno matutino da escola CEM Castro Alves. Nessa pesquisa os professores da disciplina de física juntamente com os alunos do PIBID de física/ UFT conversaram com os alunos para que os mesmos citassem os conteúdos que faziam com que a aprendizagem da matéria fosse mais difícil.

Pesquisa é um conjunto de ações, propostas para encontrar a solução de um problema, que têm por base procedimentos racionais e sistemáticos. A pesquisa é realizada quando se tem um problema e não se tem informações para solucioná-lo". (SILVIA, 2001, p. 20).

Com o conhecimento dessas dificuldades os alunos do PIBID de Física/ UFT, juntamente com a coordenação e os professores dessa unidade escolar traçaram um plano de ação pensando em diminuir essa dificuldade. Nesse momento foi lançada a ideia de fazer uma semana de aulas no contra turno que abrangesse os conteúdos citados pelos alunos. Então os alunos do PIBID lançaram a SEMANA DO PIBID DE FÍSICA EM AÇÃO- DESCOMPLICANDO A MATEMÁTICA. Nessa semana foram trabalhados os tópicos mais citados pelos alunos como os que mais dificultavam a assimilação dos conteúdos. Os tópicos foram: Operações matemáticas, regras de três, conversão de unidades, sinais matemáticos e notação científica.

Figura 1: Cartaz de divulgação Semana do PIBID de Física em ação- Descomplicando a Matemática.



**SEMANA DO PIBID DE FÍSICA EM AÇÃO
DESCOMPLICANDO A MATEMÁTICA.**

5 A 9 DE JUNHO – PERÍODO NOTURNO- CEM CASTRO ALVES

DATA	PROGRAMAÇÃO
05/06/2017	Descomplicando as operações matemáticas
06/06/2017	Descomplicando as regras de três
07/06/2017	Descomplicando as conversões de unidades
08/06/2017	Descomplicando os sinais matemáticos
09/06/2017	Descomplicando as notações científicas

OBSERVAÇÃO
Inscrições por dia de atividade com a professora
Munike Melgaço Batista da Silva
até dia 02/06/2017

Fonte: Os autores (2017).

Os alunos do 2° e 3° anos puderam se inscrever nas aulas que mais sentiam dificuldades, podendo também se inscrever em mais de uma aula. No dia 02/06/17, último dia de inscrição, 79 alunos das 2 séries haviam se inscrito, ficando distribuídos conforme o Gráfico 1.

Gráfico 1: Tópicos escolhidos pelos alunos inscritos:



Fonte: Os autores (2017).

As aulas transcorreram no período noturno do dia 05/06/17 ao dia 09/06/17.

Essas aulas foram ministradas pelos alunos do PIBID com o auxílio e supervisão de uma das professoras de física da unidade escolar, tendo como metodologia aulas expositivas, com resolução de uma lista de exercícios para fixação dos conteúdos. Essas listas foram resolvidas primeiramente pelos alunos, com posterior correção e esclarecimento de dúvidas.

Ao fim dessa semana de aulas foi realizado um segundo momento de conversa informal onde os alunos explicitaram a vivência da semana anterior.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dessa conversa informal se constatou que o que mais trazia dificuldades para esses alunos não era a compreensão dos conceitos físicos em si, mas com alguns tópicos em matemática que são muito utilizados para a sistematização dos cálculos.

As dificuldades de aprendizagem são encontradas em todas as disciplinas em todos os anos de formação do aluno. Cabe ao professor identificar essas dificuldades e, juntamente com o aluno, trabalhar da melhor maneira possível para facilitar a aprendizagem.

O meio escolar deve ser um lugar que propicie determinadas condições que facilitem o crescimento, sem prejuízo dos contatos com o meio social externo. Há dois pressupostos de partida: primeiro, é que a escola tem como finalidade inerente a transmissão do saber e, portanto, requer-se a sala de aula, o professor, o material de ensino, enfim, o conjunto das condições que garantam o acesso aos conteúdos; segundo, que a aprendizagem deve ser ativa e, para tanto, supõe-se um meio estimulante (LANE; CODO, 1993, p. 174).

Após essa semana onde os alunos tiveram contato de forma diferenciada com os conteúdos que tinham grandes dificuldades percebeu-se, através de conversas informais com os mesmos, que eles conseguiram enxergar de outra maneira a parte matemática dentro da física. O que se

pode perceber disso é que além da base matemática dos alunos estarem defasada, pois os conteúdos apontados como os mais prejudiciais são aqueles vistos, em sua maioria, no ensino fundamental é que eles também precisam de aulas que reforcem a aprendizagem teórica.

Os objetivos do Ensino Médio em cada área do conhecimento devem envolver, de forma combinada, o desenvolvimento de conhecimentos práticos, contextualizados, que respondam às necessidades da vida contemporânea, e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos e abstratos, que correspondam a uma cultura geral e a uma visão de mundo. Para a área das Ciências da Natureza, Matemática e Tecnologias, isto é particularmente verdadeiro, pois a crescente valorização do conhecimento e da capacidade de inovar demanda cidadãos capazes de aprender continuamente, para o que é essencial uma formação geral e não apenas um treinamento específico (PCNEM, 2000. Parte III. pg. 09.).

Segundo Sanchez (2004, p. 174.) as dificuldades de aprendizagem em Matemática podem ocorrer devido a diversos aspectos:

Dificuldades em relação ao desenvolvimento cognitivo e a construção da experiência matemática; do tipo da conquista de noções básicas e princípios numéricos, da conquista da numeração, quanto a prática das operações básicas, quanto à mecânica ou quanto à compreensão dos significados das operações. Dificuldades na resolução de problemas, o que implica a compreensão do problema, compreensão e habilidade para analisar o problema e raciocinar matematicamente.

Dificuldades quanto às crenças, às atitudes, às expectativas e aos fatores emocionais, acerca da matemática. Questões de grande interesse e que com o tempo podem dar lugar ao fenômeno da ansiedade para com a matemática e que sintetiza o acúmulo de problemas que os alunos maiores experimentam diante do contato com a matemática. Dificuldades relativas à própria complexidade da matemática, como seu alto nível de abstração e generalização, a complexidade dos conceitos e algoritmos. A hierarquização dos conceitos matemáticos, o que implica ir assentando todos os passos antes de continuar, o que nem sempre é possível para muitos alunos; a natureza lógica e exata de seus processos, algo que fascinava os pitagóricos, dada sua harmonia e sua “necessidade”, mas que se torna muito difícil pra certos alunos; a linguagem e a terminologia utilizadas, que são precisas, que exigem uma captação (nem sempre alcançada por certos alunos), não só do significado, como da ordem e da estrutura em que se desenvolve.

Podem ocorrer dificuldades mais intrínsecas, como bases neurológicas, alteradas. Atrasos cognitivos generalizados ou específicos. Problemas linguísticos que se manifestam na matemática; dificuldades atencionais e motivacionais; dificuldades na memória, etc.

Dificuldades originadas no ensino inadequado ou insuficiente sejam porque à organização do mesmo não está bem sequenciado, ou não se proporcionam elementos de motivação suficientes; seja porque os conteúdos não se ajustam às necessidades e ao nível de desenvolvimento do aluno, ou não estão adequados ao nível de abstração, ou não se treinam as habilidades prévias; seja porque a metodologia é muito pouco motivadora e muito pouco eficaz. (SANCHEZ, 2004, p. 174.)

CONCLUSÕES

Uma solução para diminuir a distância dos alunos com a física seria a implantação de aulas práticas:

Sabe-se que as dificuldades e problemas que afetam o sistema de ensino geral e particularmente o ensino de Física não é recente. Sendo assim, o desafio que o sistema educacional tem pela frente é de implantar no espaço escola, atividades que envolvam a participação plena dos alunos, ou seja, que eles possam realmente por “a mão na massa” e também que os conteúdos sejam ministrados levando em consideração o cotidiano do aluno, só assim despertaram interesses pela à ciência e conseqüentemente aprenderam e compreenderam de fato os fenômenos da Física (ARAÚJO & ABIB, 2003).

Essa implantação se torna muito difícil, pois a grande maioria das escolas não tem estrutura física para tal. Então os professores se veem obrigados a manter as aulas com teorias e práticas dos cálculos. O que também é dificultado pela falta de base dos alunos do ensino médio.

Uma das grandes dificuldades para ministrar aulas diferenciadas ou com maior ênfase em resolução de exercícios de fixação seja a pequena carga horária para a disciplina de física nas escolas de ensino médio da rede pública. O que acaba fazendo com que o professor seja obrigado a “passar por cima” das dificuldades apontadas pelos alunos a fim de cumprir um cronograma pré- agendado pelas secretarias de educação.

De acordo com o autor Santos:

Os alunos chegam ao Ensino de Médio com medo e muitas vezes traumatizado com o Ensino de Física. Muitos têm em mente esta disciplina como algo impossível de se aprender e sem noção que a Física é uma ciência experimental e de grande aplicação no dia-a-dia. (Santos p.4, apud Xavier 2005).

Soluções que diminuiriam bastante os danos para os alunos seriam uma melhor integração entre os conteúdos de matemática e de física, aumento da carga horária das duas disciplinas e a oportunidade de aulas voltadas para a integração da teoria física com a prática matemática.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, M. S. T. de; ABIB, M. L.V. dos S. **Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades.** In: Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol.25 no. 2, São Paulo, 2003
- BARBOSA, J. C. **Modelagem Matemática: concepções e experiências de futuros professores, 2001.** Tese de Doutorado. Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP.
- BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia.** São Paulo: Contexto, 2002..
- BONJORNO, R., BONJORNO, J. R., BONJORNO, V. E RAMOS, C. 1992, **Física**, Editora FTD, São Paulo, SP, 1992.
- 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 de Educação Média e Tecnológica. **Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio** – Brasília: Ministério da Educação, 2006.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs)**. Ensino Médio. Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMT, 2000.

GREF. Grupo de Reelaboração do Ensino de Física – (2002). **Física 1: Mecânica**. 7. ed. São Paulo: Edusp, p. 15-17.

LANE, S. T. M.; CODO, W. **Psicologia social; o homem em movimento**. São Paulo: Brasiliense, 1993.

LOZADA, C. O; ARAÚJO, M.S.T. **Ensino de Física de Partículas Elementares no Ensino Médio: As perspectivas dos professores em relação ao ensino do Modelo Padrão**. XVII Simpósio Nacional do Ensino de Física (SNEF), São Luís, 2007.

MINAYO, M. C. de S. **O Desafio da Pesquisa Social**. In: MINAYO, Maria Cecília de Souza; GOMES, Suely Ferreira Deslandes Romeu (orgs.). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. 27ª ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

PATY, M.. **A Matéria Roubada**. Edusp. São Paulo, 1995.

RAMALHO, F.; SANTOS, J.I.C.; FERRARO, N.G. SOARES, P.A. T: 1979, **Os Fundamentos da Física**, Editora Moderna, 1979, 3ª edição, São Paulo.

SANCHEZ, J. N. G. **Dificuldades de Aprendizagem e Intervenção Psicopedagógica**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

SANTOS, Elisete Cristina Gonçalves dos; Silva, Irizelda Martins de Souza e. **Políticas públicas para Educação no Campo: revisando as implementações do sistema nacional para formação de educadores**. Disponível em: <http://www.estudosdotrabalho.org/anais6seminariodotrabalho/elisetecristinasantoseirizeldamartinsdesouzaesilva.pdf> acessado dia 26/11/2016.

SILVA, Edna Lúcia da - **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**/Edna Lúcia da Silva, Estera Muszkat Menezes. – 3. ed. rev. atual. – Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.

ZYLBERSZAJN, A. **A resolução de problemas no Ensino de Física**. Disponível em: <http://server.fsc.ufsc.br/~arden/problkuhn.doc>. Acesso em: 25/06/06