



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
ESCOLA NORMAL SUPERIOR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E
ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS NA
AMAZÔNIA**

**UM NOVO OLHAR NO ENSINO DE FÍSICA NOS CURSOS DE ENGENHARIA
NA AMAZÔNIA**

MAUD REJANE DE CASTRO E SOUZA

MANAUS-AM

2011

**UM NOVO OLHAR NO ENSINO DE FÍSICA NOS CURSOS DE ENGENHARIA
NA AMAZÔNIA**

MAUD REJANE DE CASTRO E SOUZA

Dissertação apresentada como requisito para
obtenção do grau de MESTRE em ENSINO DE
CIÊNCIAS NA AMAZÔNIA, na linha de
pesquisa: Meios e Recursos Didático-
Pedagógico,

Profª Drª Josefina Barrera Kalhil - Orientadora

MANAUS - AM

2011

FICHA CATALOGRÁFICA

S726n

Souza, Maud Rejane de Castro e.

Um novo olhar no ensino de Física nos cursos de Engenharia na Amazônia / Maud Rejane de Castro e Souza – Manaus: Universidade do Estado do Amazonas, 2011.

141f.: Il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia) Universidade do Estado do Amazonas, 2011.

Orientador: Josefina Barrera Kalhil.

I. Ensino de Física. 2. Física - Ensino Superior. 3. Ensino de Física - Metodologias. I. Título II. Universidade do Estado do Amazonas.

CDU 53.083: 62 (811.3)

**UM NOVO OLHAR NO ENSINO DE FÍSICA NOS CURSOS DE ENGENHARIA
NA AMAZÔNIA**

por

MAUD REJANE DE CASTRO E SOUZA

Aprovada em: _____ de _____ de 2011 em defesa pública na
Escola Normal Superior da UEA.

Banca Examinadora

Prof^a. Dra. Josefina Barrera Kalhil (Orientadora/Presidente)
Universidade do Estado do Amazonas (UEA)

Prof. Dr. Yuri Exposito Nicot
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS (UFAM)
Membro Externo

Prof^a. Dra. Patrícia Sánchez Lizardi
Universidade do Estado do Amazonas (UEA)
Membro Interno

MANAUS, 2011

*A Geraldo, Inês,
Jhana, Janake, Jháina e João.*

AGRADECIMENTOS:

A Deus, o autor e consumidor da fé.

Ao Geraldo, meu esposo, pelo seu amor, amizade, parceria e por sempre apoiar meus projetos de vida, incluso este, com incentivos ao longo dos anos.

Aos meus filhos, Jhana, Janake, Jhaína e João Vitor, pelo amor incondicional de vocês.

A minha mãe, Inês de Castro, e meus irmãos, Mércia, Marilucia, Marília, Mário, Mary e Mônica, pelo amor, amizade, apoio e o incentivo.

As amigas de jugo, Merisa Mendes e Cecília Paraizo. que sempre terão meu carinho, admiração e respeito.

A Minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Josefina Barrera Kalhil, pela confiança em mim depositada, pelo ensino, orientação e pela sua presença amiga;

A professora Dr^a. Patricia Lizardi pelo apoio e sugestões que foram essenciais no processo de construção desta dissertação

A professora Ana Frazão Teixeira, pelos ensinamentos e sabedoria.

Aos professores e amigos, Ademar Mauro Teixeira, Maria das Graças Vale Barbosa Guerra e Vitangelo Plantamura, pela amizade incondicional e apoio a fazer o Mestrado.

A todos os professores do Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, cujas disciplinas oferecidas, contribuíram no desenvolvimento desta dissertação.

A Universidade Nilton Lins, pelo apoio dado a pesquisa.

A Secretaria Municipal de Educação (SEMED), pela concessão do afastamento para realização do curso de Mestrado por meio do programa “Qualifica”.

Aos colegas de curso, por terem participado dessa jornada, estudando, pesquisando e apresentando trabalhos.

A Secretaria, em especial a Karen Suano, pela eficiência e presteza.

LISTA DE QUADROS

| | |
|------------------------------------------------------------|----|
| 1. Quadro das dissertações <i>Stricto Sensu</i> (UEA) | 47 |
| 2. Quadro dos Artigos publicados em periódicos científicos | 49 |
| 3. Quadro das Perguntas fechadas | 76 |
| 4. Quadro das Medidas de Comprimento | 87 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|------------------------------------------------------|-----|
| FIGURA 1 - Estado de Origem dos Participantes | 63 |
| FIGURA 2 - Idade dos Alunos | 63 |
| FIGURA 3 - Sexo dos Alunos | 64 |
| FIGURA 4 - Instituição de Origem do Ensino Médio | 64 |
| FIGURA 5 – Experimentação - Estudo do Movimento | 90 |
| FIGURA 6 – Estudo do Movimento – TREM | 96 |
| FIGURA 7 – Estudo do Movimento | 98 |
| FIGURA 8 - Modelo genérico da catapulta com elástico | 99 |
| FIGURA 9 – Construção da Catapulta | 99 |
| FIGURA 10 – Lançamento com a Catapulta | 100 |

| | |
|----------------------------------------------------|-----|
| FIGURA 11 – Lançamento de projéteis | 101 |
| FIGURA 12 - Modelo genérico da plataforma de molas | 103 |
| FIGURA 13 – Força Elástica | 104 |
| FIGURA 14 – Força Elástica | 105 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|--------|------------------------------------------------------------------------|
| AM | Amazonas |
| MEC | Ministério da Educação |
| CNE | Conselho Nacional de Educação |
| CES | Câmara de Educação Superior |
| DCN | Diretrizes Curriculares Nacionais |
| ENADE | Exame Nacional de Educação Superior |
| SINAES | Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior |
| INEP | Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira |
| LN | Laboratório Estruturado |
| LNE | Laboratório Não Estruturado |
| EPEF | Encontro Nacional em Ensino de Física |
| SNEF | Simpósio Nacional de Ensino de Física |

| | |
|-------|-------------------------------------------------------------|
| CBEF | Caderno Brasileiro de Ensino de Física |
| PEF | Pesquisa em Ensino de Física |
| CAPES | Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior |
| CREA | Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura |
| PIB | Produto Interno Bruto |
| IES | Instituição de Ensino Superior |
| RBEF | Revista Brasileira de Ensino de Física |

Feliz o homem que confia em Deus e cuja esperança é o SENHOR. Porque ele é como a árvore plantada junto às águas, que estende as suas raízes para o ribeiro e não receia quando vem o calor, mas a sua folha fica verde; e, no ano de sequidão, não se perturba, nem deixa de dar fruto.

Jeremias 17.7-8

SOUZA, Maud Rejane de Castro. Um Novo Olhar no Ensino de Física nos Cursos de Engenharia na Amazônia, Dissertação. (Mestrado em Ensino de Ciências na Amazônia). Universidade Estadual do Amazonas. Manaus, julho de 2011.

RESUMO

A presente dissertação consiste em uma nova proposta de ensino de Física, cujo objetivo é analisar o efeito de uma metodologia inovadora aplicada na disciplina de Física I, em uma turma de Engenharia da Universidade Nilton Lins, onde foi dada ênfase no diálogo, no resgate do saber dos alunos. Procurando descobrir os subsunçores necessários para uma aprendizagem significativa, utilizamos a resolução de problemas, relacionando a Engenharia com o cotidiano dos alunos, a fim de despertar nos mesmos o interesse pela disciplina e desmistificar a Física como sendo uma disciplina difícil e sem contexto. Ainda através de atividades experimentais no laboratório de física, onde os alunos fizeram observações, coleta, interpretações e análise de dados em pequenos grupos, proporcionando assim o desenvolvimento de atitudes para o exercício do convívio democrático e troca de experiências. Os resultados obtidos permitiram concluir que a Proposta Metodológica produziu efeitos de melhorias e pode ser usada juntamente com outras propostas, para consolidar o ensino aprendizagem da Física na Amazônia.

Palavras-Chave: Ensino de Física, Aprendizagem Significativa, Engenharia.

SOUZA, Maud Rejane de Castro. A New Look at the Physics Teaching in Engineering Courses in the Amazon, Dissertation. (Master of Science Teaching in the Amazon). University of Amazonas. Manaus, in July 2011.

ABSTRACT

This dissertation consists of a new proposal for teaching physics, whose aim is to analyze the effect of an innovative methodology applied in physics I, in a class of Engineering, University Nilton Lins, where the emphasis is on dialogue, rescue know the students. Looking subsumers needed to discover a meaningful learning, we use the problem-solving, engineering-related with the daily lives of students, in order to arouse the same interest in the discipline and demystify physics as a difficult subject and without context. Even through activities in experimental physics lab, where students made observations, collection, interpretation and analysis of data in bursts, thus allowing the development of attitudes towards the exercise of democratic practice and exchange of experiences. The results showed that the proposed methodological improvements took effect and can be used along with other proposals to strengthen the teaching and learning of physics in the Amazon.

Keywords: Teaching of Physics, Significant Learning, Engineering.

Sumário

| | |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| INTRODUÇÃO | 16 |
| 1. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS..... | 21 |
| 1.1 O CURSO DE ENGENHARIA E A FUNDAMENTAÇÃO LEGAL | 21 |
| 1.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA..... | 28 |
| 1.2.1 Tipos de Aprendizagem..... | 31 |
| 1.2.2 Organizadores Prévios | 32 |
| 1.3 UTILIZAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS | 36 |
| 1.3.1 Atividades Experimentais em Laboratório Estruturado | 38 |
| 1.3.2 Atividades Experimentais em Laboratório não Estruturado..... | 39 |
| 1.3.3 Atividades Experimentais de Demonstrações Abertas..... | 40 |
| 1.4 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS | 42 |
| 1.5 ESTADO DA ARTE | 46 |
| 2. A METODOLOGIA | 54 |
| 2.1 PARTICIPANTES | 60 |
| 2.1.1 Amostra..... | 60 |
| 2.1.2 Descrição dos Participantes | 60 |
| 2.2 INSTRUMENTOS..... | 63 |
| 2.3 INTERVENÇÃO..... | 65 |
| 2.4 RESULTADOS..... | 73 |
| 2.4.1 Análise Quantitativa | 73 |
| 2.4.2 Análise Qualitativa..... | 74 |
| 3. A PROPOSTA METODOLÓGICA | 81 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 107 |
| REFERÊNCIAS | 110 |
| APÊNDICE 1 – PLANO DE ENSINO DA TURMA DE INTERVENÇÃO..... | 117 |
| APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO INICIAL..... | 123 |
| APÊNDICE 3 – QUESTIONÁRIO FINAL..... | 124 |
| APÊNDICE 4 - ROTEIRO PARA ELABORAÇÃO DOS RELATÓRIOS | 125 |
| ANEXO 1 - ENADE DE ENGENHARIA - 2008..... | 131 |
| ANEXO 2 - COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA | 134 |
| ANEXO 3 – PLANO DE ENSINO DA TURMA CONTROLE | 135 |

INTRODUÇÃO

As pesquisas desenvolvidas recentemente no Brasil (Bonadiman e Nonemacher, 2007; Rosa e Rosa, 2005; Machado, 2009; Carvalho Neto, 2004; e Araújo e Abib, 2003) revelaram que o ensino da Física utiliza pouca ou nenhuma atividade prática e experimental e essa carência educacional passou a ser considerada a “vilã” responsável pelos baixos índices de desempenho dos alunos em todas as etapas do processo de aculturação. Essa dificuldade persiste até hoje na Amazônia brasileira, pois o ensino de Física continua, na maioria dos estabelecimentos de ensino superior, sendo ministrado na forma tradicional, onde o aluno aprende a teoria desvinculada do dia a dia e depois recebe uma lista de exercícios que se consideram incapazes de resolver, então buscam a solução dos exercícios feitos por outros alunos e se satisfazem entregando a lista resolvida e o professor não busca saber como ocorreu de fato a solução. Isso provocou ao longo do tempo uma insatisfação geral entre os alunos, que acabam tendo aversão à disciplina de Física. A reclamação mais comum é que a evolução científica e tecnológica que ele encontra fora da sala de aula e em seu ambiente de trabalho não condizem com a realidade da sala de aula.

Por outro lado, os livros de física utilizados nos cursos de Engenharia se caracterizam pela aplicação de exercícios repetitivos, com o uso excessivo da linguagem matemática, sem uma interpretação dos aspectos relacionados à situação e fenômenos envolvidos no cotidiano dos alunos e da aplicação desse conhecimento no campo de formação específica do engenheiro, limitando-se apenas a teoria.

Uma investigação realizada por Arruda e Marin (2001), aponta que o ensino tradicional que prioriza a dicotomia entre o ensino da parte teórica e a experimental, não favorece o desenvolvimento do pensamento dedutivo e com ele a capacidade de generalização dos conhecimentos adquiridos, é uma das razões do fracasso dos estudantes na aprendizagem da Física.

Enfrentando o problema do fracasso dos estudantes na disciplina de Física para os cursos de Engenharia, na Universidade onde foi realizada esta pesquisa, constatou-se que a metodologia educacional utilizada era tradicional e que os alunos tinham muita dificuldade em aprender física e resolver exercícios e problemas com determinados níveis de assimilação e sistematização. Por causa disso, o índice de reprovação e desistência era alto (50%) e os professores não sabiam como modificar esse quadro e nem por onde começar. Por causa disso, alguns questionamentos ficavam sem respostas, como por exemplo:

- Como obter melhor resultado no ensino da Física?
- Que estratégias de ensino poderiam ser utilizadas para que os alunos pudessem ficar estimulados e envolvidos no processo?
- Qual o papel interdisciplinar do professor entre a Física e as disciplinas profissionais da engenharia?
- Em quais parâmetros curriculares da formação do engenheiro deveriam ser focada a metodologia educacional?
- Qual a importância do ensino da Física para a Engenharia?

Ao iniciar no Programa do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual do Amazonas, comecei um processo de investigação buscando respostas para os questionamentos citados anteriormente. Com a ajuda da minha orientadora, professora Dra. Josefina Kalhil, constatamos que o problema estava não só na Metodologia utilizada, como também na falta de base dos alunos.

Através das experimentações e dos problemas e exercícios aplicados aos alunos, constatamos que aqueles que apresentavam maiores dificuldades não tiveram um bom desempenho no ensino médio, ou cursaram o Supletivo ou Programas de Aceleração da Aprendizagem. De acordo com a pesquisa realizada por Rosa e Rosa (2005), a falta de base dos alunos, dá início ao fracasso na vida universitária.

O início de um curso superior de engenharia envolve estudos de Física Geral, que em princípio, referem-se a um resgate dos conceitos abordados no ensino médio acrescidos do uso de ferramenta matemática avançada, o cálculo diferencial e integral. Desta forma, se torna imprescindível que o aluno tenha obtido sucesso na etapa anterior, no caso, tenha se apropriado de forma satisfatória dos conceitos básicos relacionados à física no ensino médio. Porém, é sabido que isso dificilmente ocorre, iniciando assim o processo de fracasso apresentado pelos estudantes na compreensão dos conteúdos abordados nas disciplinas de Física Geral nos cursos de engenharia (ROSA e ROSA, 2005).

Através dessa constatação, percebemos que o problema a ser investigado seria mais complexo do que simplesmente entender as causas do baixo desempenho dos alunos.

Ao estudar a tese de doutorado de Kalhil (2003) e o trabalho de Bonadiman e Nonenmacher, (2007), identificamos um caminho que permitiria apresentar uma **proposta para o ensino de Física no curso de Engenharia**. Para concretizar essa proposta seria necessário reestruturar o plano de ensino e a metodologia (Apêndice 1) da disciplina, para isso embasamo-nos nas orientações da Resolução de Problemas e das Atividades Experimentais, desenvolvidas à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 1982).

Diante dessas reflexões nosso problema científico é:

Que metodologia pode potencializar o interesse dos alunos pelo estudo de Física dos cursos de Engenharia, bem como estimular e promover aprendizagem significativa para este futuro profissional?

A hipótese considerada para solucionar o problema é:

Uma metodologia baseada na reestruturação do plano de ensino de Física para o curso de Engenharia, e que poderá modificar significativamente aprendizagem desses alunos.

A fim de fornecer subsídios necessários para responder à nossa questão da pesquisa, achamos necessário estabelecer alguns objetivos:

Objetivo geral:

Propor uma metodologia inovadora aplicada na disciplina de Física I em uma turma de Engenharia da Universidade Nilton Lins.

Objetivos específicos

- 1- Realizar o Estado da Arte, nos cursos de pós-graduação *Stricto Sensu* e nas fontes especializadas, identificando as pesquisas feitas sobre o Ensino da Física.
- 2- Identificar através do diagnóstico inicial as dificuldades dos alunos no Ensino de Física nos cursos de Engenharia.
- 3- Elaborar e aplicar uma proposta metodológica de Ensino de Física, que leve os alunos a aprendizagem significativa dos conceitos estudados e praticados.

Essa dissertação está estruturada em 3 capítulos.

No capítulo 1, são apresentados os fundamentos teóricos que sustentam a proposta, apresentamos uma breve reflexão das Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Engenharia e o Ensino da Física, e realizamos o estado da arte das pesquisas e artigos da área.

No capítulo 2, descrevemos o percurso da metodologia, identificando as variáveis, os instrumentos, as técnicas da pesquisa de métodos mistos e analisaremos os dados referentes à pesquisa desenvolvida.

O produto final é a própria metodologia aplicada e está apresentada no capítulo 3.

1. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS

1.1 O CURSO DE ENGENHARIA E A FUNDAMENTAÇÃO LEGAL

Atualmente, vivemos em uma era dominada pelo uso intenso da tecnologia. O domínio dessas tecnologias tem sido base importante tanto para o desenvolvimento sociocultural como para a independência financeira e política do país no cenário internacional.

A Engenharia, dentre as diversas profissões, tem se destacado por ser em si própria um dos pilares do desenvolvimento econômico, pois é o setor que promove e estimula a pesquisa e inovação tecnológica, que são os motores da revolução industrial e tem contribuído na construção de sociedades fortes e bem adaptadas ao meio ambiente. A Física não é menos importante, pois surge como o alicerce da Engenharia e atua na formação básica. Quando o estudante aprende Física fica alicerçado para receber os conhecimentos profissionalizantes.

Apesar de existirem muitas pesquisas relacionando o ensino e aprendizagem da Física com os conhecimentos da Engenharia no Brasil (BONANDIMAN E NONEMACHER, 2007, MACHADO, 2009, CARVALHO NETO, 2004, ARAUJO E ABIB, 2003) estas ainda não são suficientes para modificar a metodologia em sala de aula e proporcionar melhorias nos resultados obtidos.

Em seu recente artigo *Apagão dos Engenheiros no Brasil*, publicado na página do Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura (CREA), Sertek (2010), relata que atualmente há um apagão de engenheiros no Brasil, e a principal causa, segundo ele é:

“a dificuldade para assegurar a continuidade dos estudantes nos cursos de engenharia é a precariedade dos ensinamentos fundamental e médio do país, acumulando apagões de habilidades para o pensamento abstrato, pela deficiência de aprendizagem da matemática e física.” (p. 3).

No artigo, o diretor de Relações Internacionais da CAPES, Sandoval Carneiro Júnior (2010) diagnostica que *“muitos alunos fogem da engenharia porque tiveram péssimos professores de física e matemática”*.

Ainda o artigo, revela uma pesquisa relatando que para se atender à demanda de crescimento do país é necessário que haja um número ideal de engenheiros em torno de 25 por mil trabalhadores; hoje estamos com 6 por mil, o que demonstra a idéia apontada anteriormente. Nos EUA, China e Coréia esse número é de 25 por mil, e na Índia, 22 por mil. Por outro lado, o almejado crescimento de 7% anual do Produto Interno Bruto (PIB), que supera a média de 4% histórica do período republicano recente, exigirá, além do aumento e aprimoramento dos cursos de engenharia, o investimento forte em qualidade de ensino, especialmente nas fases iniciais do curso. A baixa qualidade da nossa educação é o obstáculo decisivo para o crescimento na melhoria do capital humano nas universidades. Para Machado (2009) as universidades desenvolvem papel fundamental no processo de formação dos engenheiros e que os professores que atuam nessa área devem desenvolver uma nova prática pedagógica:

“[...] entende-se que vem crescendo significativamente a importância do papel das Universidades, de modo especial daquelas que dão a sua contribuição à sociedade e ao setor de produção com a formação de engenheiros e tecnólogos, buscamos remodelar seus parâmetros com o objetivo de formar profissionais melhores adaptados às novas condições do cenário apresentado. E à medida que as Universidades se deparam com a demanda de uma nova formação acadêmica, vê-se a necessidade de que o professor que atua em cursos de engenharia passe a estabelecer novos objetivos de trabalho buscando o desenvolvimento de uma nova prática. (p. 50)

Como o professor deve orientar-se para obter essa nova prática? Estas e outras interrogações estão presentes nesta pesquisa.

O Ministério da Educação (MEC), através do Conselho Nacional de Educação (CNE) e da Câmara de Educação Superior (CES), instituiu em 2002, as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) do curso de graduação em Engenharia a fim de orientar as Universidades e seus professores indicando-lhes novos parâmetros para a formação acadêmica em Engenharia.

Por formação acadêmica entende-se que esta deve ser vista apenas como parte e não o processo de formação do engenheiro como um todo. Ou seja, a universidade não forma o engenheiro, ela apenas contribui para a sua formação dando condições básicas para que o aluno, ao concluir o curso de Engenharia, possa dar sequência às suas atividades enquanto cidadão e início de suas atividades enquanto profissional atuante junto à sociedade e ao mercado de trabalho. (PÓVOA E BENTO, 2005 citado por MACHADO, 2009, p.22).

O perfil do egresso de Engenharia descrito pelo MEC nas DCNs (BRASIL, 2002) é de que o aluno tenha uma sólida formação técnica científica e profissional geral que o capacite a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade, porém são representativas para as pesquisas que sejam apontadas estas ideias, sobre as quais se sustentam o trabalho desenvolvido.

As DCNs de Engenharia indicam ainda aos professores um conjunto de habilidades e competências consideradas relevantes à formação do perfil do egresso, são elas:

- Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
- Identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- Avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- Atuar em equipes multidisciplinares;

Como argumenta Machado (2009), analisando as DCNs, entende-se que o cumprimento de suas solicitações para a formação do perfil do egresso em Engenharia passa necessariamente por uma mudança de visão do professor sobre a importância de sua prática em sala de aula e sobre os objetivos que estabelece para sua disciplina e julga-se importante que o aluno seja visto, por si e pelo professor, como um futuro profissional cujas ações poderão contribuir direta ou indiretamente para a promoção de alterações, positivas e/ou negativas, na qualidade de vida a partir de suas decisões.

Segundo as DCNs (2002) o antigo conceito de currículo, entendido como grade curricular é substituído por um conceito bem mais amplo, que pode ser traduzido pelo conjunto de experiências de aprendizado que o estudante incorpora durante o processo participativo de desenvolver um programa de estudos coerentemente integrado.

Para que o estudante incorpore esse aprendizado, ou seja, para que ele aprenda significativamente durante esse processo, cabe ao professor que elabore e aplique atividades de ensino contextualizadas, objetivando promover a ação do aluno dentro ou fora de sala de aula, estimulando-o a participar de forma mais efetiva no processo de busca e apreensão de conhecimentos

científicos e tecnológicos por meio de novas experiências de aprendizado. Como exemplo de experiências de aprendizado encontra-se a realização de pesquisas, a aplicação de raciocínios buscando a resolução de problemas, a aplicação de conhecimentos para o desenvolvimento de atividades experimentais, a realização de atividades em grupo com discussões e confronto de ideias, a proposição de procedimentos experimentais, entre outros (MACHADO, 2009).

Aprender significativamente é quando as ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não literal, não ao pé da letra, e não arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende (MOREIRA, 2010).

Dentre os Conteúdos Curriculares, as DCNs, elencam entre o núcleo de disciplinas básicas a Física e endossa que nos conteúdos desta disciplina, é obrigatória a existência de atividades de laboratório. Nos demais conteúdos básicos, deverão ser previstas atividades práticas e de laboratórios, com enfoques e intensidades compatíveis com a modalidade pleiteada. (BRASIL, 2002). Este aspecto também é preocupação desta pesquisa.

Apesar da obrigatoriedade do uso de laboratório pelas DCNs, durante a pesquisa foi constatado que o curso de Engenharia da Universidade, não utilizava o laboratório como ferramenta de aprendizado, sendo ensinada apenas a física teórica, neste trabalho, busca-se compreender o porquê dessa deficiência.

Várias pesquisas têm sido publicadas referindo-se ao ensino e aprendizado precários da Física no ensino superior, como relatados em Bonadiman e Nonenmacher, 2007; Rosa e Rosa, 2005; Machado, 2009; Carvalho Neto, 2004; Gurgel, 2006 e Araújo e Abib (2003) entre outros. Acredita-se que algumas dessas metodologias propostas e colocadas em

prática alcançaram bons resultados, mas não foram suficientes para criar cultura, que possa ser copiada com sucesso. Segundo os pesquisadores Bonadiman e Nonenmacher (2007)

“As deficiências do ensino que é praticado em nossas escolas, e até mesmo nas universidades, manifestam-se na evasão escolar, no alto índice de repetência, na crescente difusão dos chamados cursinhos informais preparatórios e, principalmente, no fraco desempenho dos alunos quando colocados diante de situações em que são solicitados a explicitar seu aprendizado” (p.2).

Essas deficiências também são manifestadas no baixo desempenho que os alunos de Engenharia da Amazônia obtiveram na estatística de avaliação pedagógica para o Ensino Superior, o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE, 2008), que integra o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (SINAES) e tem o objetivo de aferir o rendimento dos alunos dos cursos de graduação em relação aos conteúdos programáticos, suas habilidades e competências. O ENADE é realizado por amostragem e a participação no exame constará no histórico escolar do estudante ou, quando for o caso, sua dispensa pelo MEC. O INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira) e o MEC (Ministério da Educação e Cultura) calculam a amostra dos participantes a partir da inscrição, na própria instituição de ensino superior, dos alunos habilitados a fazer a prova.

Analisando os resultados obtidos no último ENADE para Cursos de Engenharia (2008), onde participaram 78 instituições, observamos que as Instituições de Ensino Superior (IES) que compõem a Amazônia nos Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e participaram do ENADE, apenas 5% conseguiram um conceito 4 (ANEXO 1), destas 41% ficaram sem conceito (SC), pois não tinham alunos concludentes, 39 % ficaram com conceito insuficiente (1 e 2), e nenhuma delas ficou com o conceito 5, que significa nível de excelência.

Em virtude do panorama exposto e seguindo os parâmetros apresentados nas DCNs, buscamos uma metodologia de ensino que permitisse colocar os objetivos citados em prática. Nessa perspectiva, optamos por trabalhar essas questões a partir de orientações da metodologia de ensino baseada na **Resolução de Problemas** e nas **Atividades Experimentais**, desenvolvidas à luz da Teoria da Aprendizagem Significativa (AUSUBEL, 1982; MOREIRA, 2006).

1.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

A teoria da aprendizagem significativa está diretamente relacionada com a estrutura de conhecimento que o indivíduo já possuía antes de receber o novo conceito. A partir desse ponto, explica a possibilidade dessa nova ideia ser aprendida pela mente do estudante. Mas, para que torne significativa a aprendizagem, é preciso superar alguns estágios do conhecimento, que pressupõe a combinação do aprendizado por instrução com a vontade estimulada de aprender do indivíduo, conforme explanaremos a seguir.

Segundo Ausubel et al (1982):

Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator mais importante que influencia a aprendizagem é **aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine-o de acordo.** (p.23)

Moreira (2006) em seu livro “A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua implementação em sala de aula”, relata que quando Ausubel escreve **aquilo que o aprendiz já sabe**, ele se refere à estrutura cognitiva, ou seja, o conteúdo e a organização de suas ideias em determinado assunto. **Averigue isso**, significa descobrir a estrutura cognitiva preexistente, os conceitos, ideias, proposições disponíveis na mente do aluno e suas inter-relações, sua organização, o que dificilmente se consegue fazer por meio de testes convencionais. **Ensine-o de acordo**, é uma proposta com implicações nada fáceis, visto que significa basear o ensino no que o aluno já sabe identificar os conceitos organizadores básicos do que vai ser ensinado e utilizar recursos e princípios que facilitem a aprendizagem de maneira significativa.

[...] a aprendizagem significativa ocorre quando a tarefa de aprendizagem implica relacionar, de forma não arbitrária e substantiva (não literal), uma nova informação a outras com as quais o aluno já esteja familiarizado (AUSUBEL et al., 1982, p.23).

Buscamos em Ausubel et al (1982) e Moreira (2006), os fundamentos teórico-metodológicos que tratam do processo ensino-aprendizagem da disciplina de Física no currículo do Curso de Engenharia.

A teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel, que se insere na linha cognitivista, relaciona o objeto a ser aprendido com a estrutura cognitiva prévia do aprendiz, em processo de mutua alteração conceitual (estrutura prévia e objeto).

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não literal, não ao pé da letra, e não arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com algum conhecimento especificamente relevante já existente na estrutura cognitiva do sujeito que aprende. (MOREIRA, 2010).

Desta forma, Ausubel pretende demonstrar que a aprendizagem só será de fato eficaz se já existir previamente ao objeto de ensino, um conteúdo e organização das ideias do indivíduo. No entanto, ensina que não basta que este conteúdo seja apenas um conjunto total de várias ideias, mas deve haver o conteúdo e organização de suas ideias nessa área específica de conhecimento.

Como já mencionado, a ocorrência da aprendizagem se dá em diversas fases e a forma como ocorre pode variar entre os indivíduos, a depender da estrutura de conhecimento presente em cada um. Falamos aqui do que Ausubel et al, classifica como conhecimento subsunçor, conforme conceitua:

O “subsunçor” é um conceito, uma ideia, uma proposição já existente na estrutura cognitiva, capaz de servir de “ancoradouro” a uma nova informação de modo que esta adquira, assim, significado para o indivíduo (isto é, que ele tenha condições de atribuir significados a essa informação). (p.23)

Para Moreira (2010), o subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico existente na estrutura de conhecimento do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles.

Com isto os autores pretendem demonstrar que a nova informação “ancora-se” nos conceitos subsunçores já existentes na estrutura cognitiva. Isto é, novos conceitos e ideias podem ser retidos na mente à medida que outros conceitos e ideias estejam disponíveis e claros na estrutura de conhecimento que o indivíduo dispõe e, funcione assim, como ponto de ancoragem às novas proposições.

Neste aspecto, acentuamos que para a ocorrência da aprendizagem significativa, tem-se como condição que o material a ser aprendido seja relacionável com a estrutura cognitiva prévia. Chama-se neste caso de material potencialmente significativo. Isto porque o fato de haver no indivíduo material previamente preparado para servir de ancoradouro, não é por si só garantia de que a aprendizagem será significativa.

O material é potencialmente significativo, pois, para a eficácia da aprendizagem, requer outra condição, qual seja a disponibilidade por parte do aprendiz do necessário conteúdo ideacional. Ou seja, o aprendiz deve manifestar uma disposição para relacionar, de maneira significativa, o novo material dito potencialmente significativo à sua estrutura cognitiva, conforme disserta Moreira (2010):

Essa condição implica que, independentemente de quão potencialmente significativo possa ser o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz for simplesmente, a de memorizá-lo arbitrariamente e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como o seu produto serão mecânicos (...). E, de modo recíproco, independentemente de quão disposto a aprender estiver o indivíduo, nem o processo nem o

produto da aprendizagem serão significativos, se o material não for potencialmente significativo – se não for relacionável à estrutura cognitiva, de maneira não literal e não arbitrária (p.48).

Assim, tem-se que as condições apresentadas acima, quais sejam a existência de um material potencialmente significativo, como a disponibilidade de aprender por parte do indivíduo, estão estreitamente relacionada, fazendo com que a ausência de uma delas torne prejudicada a retenção do conteúdo, impedindo a ocorrência da aprendizagem significativa.

1.2.1 Tipos de Aprendizagem

A aprendizagem pode se dar por descoberta, bem como por recepção. Para a caracterização da aprendizagem por descoberta, o conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelo aprendiz, o que de toda forma só se torna eficaz se houver ligações aos conceitos subsunçores relevantes. Enquanto que na aprendizagem receptiva o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final.

Um exemplo claro da aprendizagem por recepção é o caso do uso de atividades experimentais em Laboratório Estruturado (LE), que se dá através de um roteiro pré-definido pelo professor em oposição à atividade experimental em laboratório não estruturado (LNE), onde o professor apenas introduz o conceito e problematiza as questões levando o aluno a pesquisa e elaboração da atividade experimental, instigando assim para o processo de uma aprendizagem por descoberta.

Até aqui, torna-se evidente que, para atingir a eficácia da aprendizagem significativa, necessita-se da preexistência de significados. No entanto, um tópico de suma relevância a ser mencionado é como são adquiridos esses conhecimentos subsunçores, o que leva a citar os tipos de aprendizagem significativa, conforme definição de Moreira (2006).

A Aprendizagem **representacional**, que é o tipo mais básico de aprendizagem significativa, envolve a assimilação de conceitos, em que se permite a aquisição de significados para os signos e símbolos.

Como as outras formas de aprendizagem dependem da representacional, pode-se dizer que a aprendizagem **de conceitos** é de certa forma, uma aprendizagem representacional, trazendo a definição de conceito de forma mais genérica ou categórica, em que se prioriza o conceito cultural dos símbolos que são apresentados, apontando seus atributos por critérios comuns.

Contrariamente à aprendizagem representacional, em que se estudam de forma isolada as palavras, a aprendizagem **proposicional** procura aprender o significado da ideia trazida pela proposição de determinado texto ou frase; o significado das ideias expressas verbalmente.

1.2.2 Organizadores Prévios

Os tipos de aprendizagem relacionados acima ajudam a diferenciar a forma como se concretiza a formação dos conhecimentos subsunçores, identificando conceitos, assimilando-os de forma genérica e, interpretando as proposições de um conjunto de significados. Mas, ainda deve-se discutir o que fazer quando o indivíduo se encontra no anteriormente mencionado estágio de informações receptivas e, ainda não superou o estágio da aprendizagem por descoberta. Isto é, como agir quando não há os conhecimentos subsunçores.

Sabe-se que à medida que se aprende os conhecimentos subsunçores o raciocínio dedutivo torna-se mais elaborado e desenvolvido tornando o aluno cada vez mais apto a servir de ancoradouro as novas informações. No caso de não haverem os subsunçores para recepcionar novas ideias, Ausubel entende que a aprendizagem mecânica é sempre necessária, quando um indivíduo adquire novas informações em uma área de conhecimento que lhe é

completamente nova. Por isso, propõe a utilização de **organizadores prévios**, que serviriam como ancoradouro para o novo conhecimento e ainda levaria ao desenvolvimento de conceitos preexistentes.

Os organizadores prévios, segundo Moreira (2010) são:

“... materiais introdutórios, apresentados antes do próprio material a ser aprendido, porém, em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade do que esse material.” (p.2)

Por isso, tem-se como principal função dos organizadores prévios, o preenchimento da lacuna entre o que o aluno já sabe e o que ele precisa saber, a fim de que se efetive a aprendizagem significativa, caracterizada pela retenção do conhecimento adquirido.

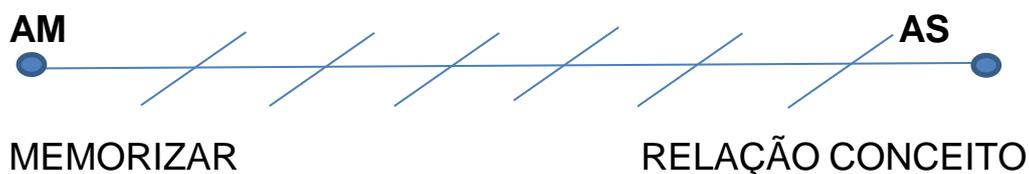
Seguindo o raciocínio de Moreira (2010) em seu artigo: O que é afinal aprendizagem significativa? Ele exemplifica um conceito da Física: **a força**. Se o conceito de força já existe na estrutura cognitiva do aluno, este servirá de subsunçor para novas informações referentes à força, o aluno aprenderá sobre força gravitacional e saberá que a força gravitacional é muito importante para o sistema planetário, que é atrativa e que é regida por uma determinada lei, estudará também sobre a força eletromagnética que é devida a outra propriedade da matéria, a carga elétrica. Se a aprendizagem for realmente significativa haverá uma interação entre o subsunçor força e o novo conhecimento força eletromagnética. Nessa interação, força eletromagnética adquirirá significados para o aluno e o subsunçor força ficará mais diferenciado porque significará também uma força que pode ser atrativa ou repulsiva e que pode manifestar-se somente como força elétrica ou como força magnética.

Pensamos assim que na universidade, esse aluno ao cursar Física I, no curso de Engenharia, acabará incorporando ao subsunçor força, os significados relativos às forças nucleares fortes e fracas. E estudará que as forças gravitacionais, eletromagnéticas, forças nucleares fortes e fracas, são as

únicas forças fundamentais da natureza, pois todas as demais podem ser interpretadas como casos particulares dessas quatro (ex. força de atrito, força eletromotriz, força centrípeta, força centrífuga, força peso).

Ao contrário da aprendizagem significativa, Ausubel define **aprendizagem mecânica** (ou automática) como sendo aquela em que novas informações são aprendidas praticamente sem interagirem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos. A nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal, não interagindo com aquela já existente na estrutura cognitiva e pouco ou nada contribuindo para sua elaboração e diferenciação. (MOREIRA, 2006 p. 08)

Em Física, a simples memorização de equações, leis e conceitos pode ser tomada como exemplo de aprendizagem mecânica (Ausubel, 1982), o que pode ser uma fase inicial de um novo conceito, pois Ausubel não estabelece a distinção entre aprendizagem significativa (AS) e aprendizagem mecânica (AM) como sendo uma dicotomia, e sim uma continuidade. Por exemplo, a simples memorização de equações situar-se-ia em um dos extremos dessa continuidade (o da aprendizagem mecânica), enquanto a aprendizagem de relações entre conceitos poderia estar no outro extremo (o da aprendizagem significativa).



Seguindo a teoria de Ausubel o professor precisa estar atento aos seguintes aspectos na construção do conhecimento do aprendiz:

- Ter clareza quanto aos conhecimentos prévios dos alunos;
- Desenvolver conceitos que sirvam de pré-requisitos, quando necessário, facilitando a aquisição do novo conhecimento;

- Apresentar material significativo, que desperte motivação para a aprendizagem.

Para a construção de significados, ou conceitos, que motive aos alunos propomos uma metodologia onde através de aulas práticas com teorias, resolução de problemas e atividades experimentais onde os alunos podiam fazer observações, coleta, interpretações e análise de dados em pequenos grupos, proporcionando assim o desenvolvimento de atitudes para o exercício do convívio democrático e troca de experiências.

1.3 UTILIZAÇÃO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Segundo Gaspar (2003), nas escolas brasileiras a experimentação, em nenhum momento da história foi considerada uma prática pedagógica rotineira. Até meados do século XX algumas escolas possuíam aparelhos que facilitavam a demonstração de experimentos. Por volta da década de 50, já existiam em algumas escolas materiais e ambientes (laboratórios) mais adequados para a atividade criadora do aluno. Entretanto, as atividades eram propostas com roteiros pré-estabelecidos, fazendo com que o aluno apenas seguisse passos, sem investigar o experimento ou pensar nos dados obtidos. Essa metodologia tem provocado críticas por parte dos pesquisadores que argumentam não haver surpresas e nem descobertas na atividade experimental.

Gaspar (2003), ainda afirma que até as três últimas décadas o ensino era tradicional, sendo que a aula teórica e a prática eram distintas, ou seja, formas diferentes de expor conteúdo.

Moreira (2000), quando faz uma retrospectiva do ensino de Física no Brasil, relata que até 1960 o ensino era referenciado por livros, porém de má qualidade, com muitas cores, pouco texto, direcionado para o vestibular. Na década de 60, o paradigma dos livros foi substituído pelo de projetos, os quais foram claros em dizer como se deveria ensinar Física (experimentos, demonstrações), mas não disseram como se aprenderia essa mesma Física. O que se pode dizer é que durou muito pouco essa fase.

Moreira (2000) afirma ter sido iniciada em 1970, ou seja, há quatro décadas, a pesquisa em ensino de Física, com o estudo das chamadas concepções alternativas, seguido de grandes contribuições como “Física do cotidiano”, “equipamentos de baixo custo” e outros.

Segundo Araújo e Abib (2003), em um trabalho de pesquisa realizado em cento e seis artigos publicados na década compreendida entre 1992 e 2001, utilizando a Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e o Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), **atividades experimentais** foram apontadas por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas na promoção da aprendizagem significativa destacando também as seguintes observações, de um modo geral, independente da linha ou modalidade adotada, constata-se que os autores são unânimes em defender o uso de atividades experimentais, podendo-se destacar dois aspectos fundamentais pelos quais eles acreditam na eficiência desta estratégia: (a) Capacidade de estimular a participação ativa dos estudantes, despertando a curiosidade e interesse, favorecendo um efetivo envolvimento com sua aprendizagem; (b) Tendência em propiciar a construção de um ambiente motivador, agradável, estimulante e rico em situações novas e desafiadoras que, quando bem empregadas, aumentam a probabilidade de que sejam elaborados conhecimentos e sejam desenvolvidas habilidades, atitudes e competências relacionadas ao fazer e entender Ciências (ARAÚJO E ABIB, 2003).

As atividades experimentais orientavam os alunos a pesquisa, reflexão e estudo do conceito, propiciando o aluno o desenvolvimento da capacidade de observação, de descrição de fenômenos e até mesmo de reelaboração de explicações, aspectos que contribuíram para facilitar a reflexão e levar quando possível à aprendizagem significativa. Para isso utilizamos modalidades diferentes de experimentação de acordo com os objetivos pretendidos. As atividades experimentais escolhidas têm um caráter de investigação, e durante a pesquisa utilizamos Atividades Quantitativas no Laboratório Estruturado da própria Universidade, Atividades em Laboratórios Não Estruturados (LNE) e Atividades de Demonstração e Observação.

Nas atividades experimentais utilizadas durante a pesquisa, procuramos utilizar o enfoque construtivista, uma vez que trabalhamos embasados na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, então procuramos problematizar cada experimento, buscando instigar os alunos para

que expusessem seus conhecimentos prévios, e a partir dali começássemos o processo de investigação, solicitando que pesquisassem sobre o conceito abordado, começando assim a planejar, montar e executar o experimento para em seguida organizar os conhecimentos adquiridos através da interação com os colegas e professor, a fim de aplicar esses conhecimentos a outras situações diferentes das que foram propostas inicialmente (BARBOSA, 1999).

Para uma melhor compreensão descreveremos agora o conceito das atividades experimentais utilizadas em nossa pesquisa:

- Atividades Experimentais em Laboratório Estruturado (LE)
- Atividades Experimentais em Laboratório Não Estruturado (LNE)
- Atividades de Demonstrações Abertas

1.3.1 Atividades Experimentais em Laboratório Estruturado

A atividade experimental em Laboratório Estruturado (LE) é quando o aluno recebe instruções que o guiam através de um roteiro destinados a produzir certos resultados específicos.

No laboratório estruturado o aluno é conduzido ao longo do experimento, o que levou Moreira e Gonçalves (1979) a classificar essa abordagem como mais próxima da aprendizagem receptiva.

Utilizamos o LE somente na etapa inicial, com a finalidade de corrigir algumas deficiências dos alunos e iniciar o processo da aprendizagem significativa. Para isso utilizamos o Laboratório de Física da Universidade Nilton Lins.

Nessa fase da experimentação introduzimos conceitos relativos ao tratamento de dados para os estudos de **Medidas**, fornecendo informações

sobre procedimentos que deveriam ser adotados na etapa de medições, o uso adequado de instrumentos de medidas (régua, paquímetro, cronômetro, termômetro).

Utilizamos procedimentos e roteiros fechados e para que ele fosse mais dinâmico procuramos discutir e levar os alunos a reflexões acerca do fenômeno estudado, bem como dos elementos e fatores que influenciariam o experimento e que podem acarretar discrepâncias entre os resultados observados experimentalmente e as previsões teóricas que se pretendia verificar (ARAÚJO e ABIB, 2003).

1.3.2 Atividades Experimentais em Laboratório não Estruturado

O Laboratório Não Estruturado (LNE) permite uma abordagem que privilegia os aspectos qualitativos envolvidos no processo, com destaque para os aspectos da natureza conceitual, que podem ser relacionados com a verificação de conceitos espontâneos, teste de hipóteses e mudança conceitual (VENTURA E NASCIMENTO, 1992).

Nesse tipo de atividade são introduzidos os conceitos e os objetivos da experiência, os roteiros são abertos às questões problematizadas, levando o aluno a pesquisa e elaboração da atividade experimental.

Segundo Araújo e Abib (2003), ao empregar essa metodologia, possibilitamos aos alunos buscarem por si mesmos as respostas e soluções para os **problemas** apresentados, uma vez que essas atividades experimentais podem ser desenvolvidas baseando-as na utilização de questões problematizadas.

As atividades experimentais que tomam por base propostas de LNE podem exigir do estudante um tempo maior de estudo, uma vez que as etapas de execução, análise e conclusões demandam um grande

envolvimento, propiciando assim um melhor entendimento dos fenômenos físicos estudados (p.3).

Trabalhamos nessa atividade com os conceitos de lançamentos de projéteis e força elástica, conforme detalhado no capítulo 3.

Esse momento foi de muita interação entre os alunos e a professora, uma vez que o processo de elaboração do experimento foi mediado pela professora. Nessa atividade observamos que os alunos, conforme pesquisavam, iam passando por um processo de ressignificação da aprendizagem.

Empregando-se a experimentação por LNE verifica-se que há uma maior eficiência quanto à ocorrência de mudança conceitual nos estudantes e, conseqüentemente, maior facilidade de aprendizagem de conceitos científicos quando se utiliza um ensino experimental baseado em uma abordagem que explora este tipo de atividade em comparação com o ensino tradicional. (Barbosa (1999), citado por Araújo e Abib, 2003)

1.3.3 Atividades Experimentais de Demonstrações Abertas

É uma atividade de demonstração, onde podem ser ilustrados aspectos dos fenômenos físicos abordados, tornando-os de alguma forma perceptíveis e com possibilidade de propiciar aos estudantes a elaboração de representações concretas referenciadas.

A finalidade dessa modalidade de experimentação é ilustrar e tornar menos abstrato o conceito de Movimento, através do experimento, utilizou-se a demonstração do movimento de um trem de brinquedo, assim tornamos mais interessante, fácil e agradável o seu aprendizado, instigando a participação dos alunos, procuramos trabalhar para que o aluno aprendesse efetivamente o conceito estudado, desenvolvendo assim novas habilidades e posturas.

A compreensão de um fenômeno através de uma demonstração pode permitir aos alunos compreenderem o funcionamento de outros equipamentos e generalizar o comportamento dos sistemas observados para outras situações em que estes mesmos fenômenos estejam presentes. (ARAÚJO E ABIB, 2003)

Ao final dessa demonstração procuramos levar os alunos à reflexão para que fosse ampliada a eficiência do processo de aprendizagem onde os mesmos analisavam as variáveis e discutiam o modelo do fenômeno observado.

1.4 RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Nenhum cientista pensa com fórmulas. (EINSTEIN)

As Diretrizes Curriculares Nacionais de Engenharia propõem que os educadores realizem atividades práticas e teóricas que desenvolvam em seus alunos a capacidade de identificar, formular e **resolver problemas**. Para a concretização dessa prática é necessária uma formação profissional sólida e é imprescindível que haja um processo de aquisição de valores éticos voltados para a cidadania.

Nesse aspecto o papel do professor é de propiciar ao aluno condições de preparo para enfrentar as situações impostas pela futura atividade profissional.

Segundo Machado (2009), um problema é uma situação com a qual uma pessoa se depara e vê a necessidade de disponibilizar certo esforço para buscar a sua solução. Esse esforço quando o problema é utilizado para a promoção de aprendizagem, está relacionado à necessidade de utilização e reorganização de conhecimentos científicos prévios, desenvolvimentos de cálculos, realização ou elaboração de procedimentos experimentais, entre outros, na busca de sua solução.

Em relação aos **exercícios** no ensino de Física, Machado (2009), argumenta que:

Nessa visão, as situações de ensino que, para a busca de sua solução, exigem do aluno apenas a aplicação imediata de conceitos, fórmulas e cálculos são entendidas apenas como exercícios. Nessa perspectiva entende-se que a aprendizagem dá-se com a participação de uma pessoa em um processo de observação, experimentação e/ou estudo sobre um fato ou uma informação ainda desconhecidos. Ao realizar esses processos os fatos ou informações

passam a ser conhecidos pela pessoa, ou seja, ficam retidos na sua memória de forma a possibilitar que essa pessoa possa utilizá-los para a aquisição de novos conhecimentos ou solucionar problemas. (MACHADO, 2009, p.58)

Ao utilizar os exercícios em sala de aula, o professor está desenvolvendo no aluno apenas um processo de memorização, o que segundo Ausubel é uma aprendizagem mecânica. Uma vez ocorrida essa aprendizagem, o aluno tem base, ou seja, conhecimentos prévios, que são muito importantes para o desenvolvimento da aprendizagem significativa.

Então como o professor deve proceder para que essa aprendizagem mecânica se transforme em aprendizagem significativa?

Através da problematização, o desafio e a comunicação para Costa e Moreira (2000), são importantes pontos dentro da Resolução de Problemas, para que o aluno aprenda significativamente ele deve ser desafiado a ponto de sentir necessidade pela busca de respostas:

O aluno deve sentir-se desafiado, e ao desafiar os alunos, essa comunicação e intercomunicação são dialógicas. Por isso o diálogo deve sempre ser problematizado. Daí que o professor deve estar aberto a indagações, à curiosidade, às perguntas dos alunos. Deve saber que ensinar não é transferir conhecimentos. Empreende-se, portanto, que o processo de ensino-aprendizagem é uma problematização constante da realidade por meio do diálogo. (p. 10)

Devemos utilizar diferentes estratégias para desafiar os alunos a aprenderem significativamente, conforme Moreira (2000, p. 47):

O uso de distintas estratégias instrucionais que impliquem participação ativa do estudante e, de fato, promovam um ensino centralizado no aluno é fundamental para facilitar a aprendizagem significativa crítica. Não é preciso buscar estratégias sofisticadas. A não utilização do quadro-de-giz leva naturalmente ao uso de

atividades colaborativas, seminários, projetos, pesquisas, discussões, painéis, [...] (citado por MACHADO, 2009)

Diante do exposto, acredita-se que apenas a proposição de problemas não é suficiente para que os estudantes desenvolvam a capacidade crítica e a rigorosidade metódica, alcançando assim a curiosidade epistemológica que os levará a querer resolver o problema. Os problemas e sua resolução devem ser constantemente problematizados, desde a proposição, a obtenção de informações, a resolução e a apresentação dos resultados.

De acordo com Goi e Santos (2009), a resolução de problemas pode basear-se na apresentação de situações semiabertas e sugestivas que exijam dos estudantes uma atitude ativa e um esforço para buscar respostas próprias. O ensino baseado na solução de problemas pressupõe promover nos alunos o domínio de procedimentos, assim como a utilização dos conhecimentos disponíveis para dar solução a situações variadas (POZO, 1998). Quando essa metodologia é associada às atividades práticas de laboratório, ela pode servir como um instrumento que favoreça o tratamento de questões fundamentais para a construção e o entendimento de conceitos, proporcionando uma visão correta do trabalho científico aos estudantes (GONZÁLEZ, 1992). Assim, os alunos podem construir hipóteses, analisar dados, observar criticamente os problemas de interesse e implicações.

A resolução de problemas aliada à atividade experimental ajuda os alunos a desenvolverem atitudes, habilidades e questionarem suas próprias ideias, segundo Silva e Beltran Nunes (2002):

Quando se resolve um problema nas aulas de ciências, ainda que seja para a construção de um conceito, isso possibilita estruturar algum tipo de trabalho experimental que contribua com o desenvolvimento de habilidade e atitudes. O trabalho experimental deixa de ser uma simples comprovação de conhecimentos, para se transformar numa atividade motivadora, que pode ajudar os alunos a desenvolverem atitudes, questionarem suas próprias ideias, construírem metodologias que revelem o caráter contraditório do

conhecimento para comprovarem suas hipóteses, em função de um determinado fundamento teórico. (citado por MACHADO, 2009)

Nas atividades experimentais, procuramos sempre contextualizar o processo de formação acadêmico profissional dos alunos. Pois segundo Kalhil (2003):

Contribuir a desarrollar en los estudiantes habilidades que le aporten al modo de actuación del ingeniero, especialmente: Identificar y/o plantear problemas relacionados con su futuro trabajo profesional donde tenga en cuenta las condiciones necesarias de protección al hombre y caracterizar procesos desde el punto de vista físico para realizar controles de calidad utilizando los elementos de la metodología científica e realizar trabajos experimentales que a la vez que le permitan ir adquiriendo habilidades experimentales se vayan apropiando de la metodología para el trabajo científico.(p.45)

A proposta de ensino de Física aqui apresentada constitui **um novo olhar de como ensinar Física no curso de Engenharia** e o, mas o importante é que alunos e professores possam refletir sobre a Física e que ela se torne mais atrativa para os alunos e assim modifique seu aprendizado e formação humana.

1.5 ESTADO DA ARTE

Pesquisas sobre “estado da arte”, em geral, tratam de sistematizar o conhecimento acumulado em dado campo, de forma atualizada; procuram apresentar o que “se sabe” ou “o que se faz” em dado momento naquele campo: *“Definidas como de caráter bibliográfico, elas parecem trazer em comum o desafio de mapear e de discutir certa produção acadêmica em diferentes campos do conhecimento, tentando responder que aspectos e dimensões vêm sendo destacados e privilegiados em diferentes épocas e lugares, de que formas e em que condições têm sido produzidas...”* (FERREIRA, 2002)

Nas últimas décadas, a área de Pesquisa em Ensino de Ciências, e, em particular, a área de Pesquisa em Ensino de Física (PEF), vem crescendo de forma expressiva em todo o mundo. Particularmente, no Brasil, esse crescimento pode ser constatado pelo aumento de periódicos específicos da área, pelo número de participantes em eventos e programas de pós-graduação no país, assim como pelo número de dissertações e teses defendidas nesses programas. Mais recentemente, ocorreu seu reconhecimento institucional pelos órgãos de fomento à pesquisa, que passaram a identificar a área de *Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática* como área específica, independente tanto da área de Educação como das áreas das Ciências que expressam (SALEM e KAWAMURA, 2009).

Investigamos de que modo e com que perspectivas as pesquisas da área de Ensino de Física têm sido desenvolvidas? Quais têm sido seus objetos de estudo, suas abordagens e metodologias? A que resultados, em seu conjunto, têm chegado?

Iniciamos fazendo o levantamento das produções científicas nos programas de pós-graduação *Stricto Sensu* nas Universidades Públicas do Estado do Amazonas sobre o Ensino da Física, buscou-se saber que

dissertações têm efetivamente catalogadas em nossas bibliotecas, para consulta pública acadêmica e social, a fim de saber quais das pesquisas realizadas oferecem contribuições ou propostas de intervenção metodológica para o Ensino de Física.

Na Universidade Federal do Amazonas não encontramos nenhuma dissertação relacionada especificamente ao Ensino de Física.

Na Universidade Estadual do Amazonas (UEA) no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências na Amazônia de 2008 até os dias de hoje apenas três dissertações relacionadas ao Ensino da Física, a primeira do professor José de Alcântara Filho: O Ensino de Ciências e a Necessária Relação Interdisciplinar entre Física e Matemática, a segunda da professora Ana Paula Sá Menezes: História da Física aliada às Tecnologias de Informação e Comunicação: Organizador Prévio como uma Estratégia Facilitadora da Aprendizagem Significativa de Física na Educação Básica e a terceira do professor Marcel Bruno Pereira Braga: Proposta Metodológica Experimental Demonstrativa por Investigação: Contribuições para o Ensino da Física na Terminologia.

Conforme quadro abaixo:

| Dissertações <i>Stricto Sensu</i> UEA | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Título | Ano | Resumo | Situação |
| O ENSINO DE CIÊNCIAS E A NECESSÁRIA RELAÇÃO INTERDISCIPLINAR ENTRE FÍSICA E MATEMÁTICA. | 2008 | As dificuldades vivenciadas pelos professores de Matemática e Física na busca de realizar um trabalho interdisciplinar nas escolas públicas de Manaus, foi o objetivo da dissertação, levando a uma proposta Metodológica que relacionasse fenômenos físicos com o objeto matemático. (ALCANTARA FILHO, 2008) | Disponível em http://www.pos.uea.edu.br/data/area/titulado/download/10-7.pdf |
| Título | Ano | Resumo | Situação |
| HISTÓRIA DA FÍSICA ALIADA ÀS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO: ORGANIZADOR PRÉVIO COMO UMA ESTRATÉGIA FACILITADORA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA | 2009 | A pesquisa teve como objetivo elaborar uma estratégia facilitadora no processo ensino-aprendizagem, através da utilização da História da Física e das Tecnologias de Informação e de Comunicação (TIC), proporcionando uma metodologia que despertasse o interesse dos estudantes no Ensino de Física. Essa metodologia está centrada no uso de organizadores prévios: vídeos de curta duração de História da Física. O resultado da pesquisa foi à construção de um site para o Ensino de Física, no qual, além dos vídeos de curta duração, contém as seguintes ferramentas: biografias de grandes cientistas, banco de questões, simuladores virtuais de fenômenos físicos e sugestões de experimentos com sucata. (MENEZES, 2009) | Disponível em http://www.pos.uea.edu.br/data/area/titulado/download/14-2.pdf |

| Título | Ano | Resumo | Situação |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| PROPOSTA METODOLÓGICA EXPERIMENTAL DEMONSTRATIVA POR INVESTIGAÇÃO: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DA FÍSICA NATERMOLOGIA | 2010 | A Pesquisa científica se destinou a elaborar um manual metodológico experimental voltado as demonstrações investigativas na termologia, visando contribuir na formação de professores de Física no ensino médio. A pesquisa contribui no sentido de oferecer ao professor de Física orientações detalhadas que visem uma mudança conceitual, metodológica, atitudinal no ensino aprendizagem, mais uma necessária renovação na prática docente. (BRAGA, 2010) | Disponível apenas na secretaria do Mestrado. |

QUADRO 1: Dissertações *Stricto Sensu*, UEA, 2009-2011.

Nas dissertações analisadas nenhuma pesquisa foi realizada sobre o ensino da Física na Engenharia, como pode ser observado todas as pesquisas estavam relacionadas ao ensino médio.

Diante da apresentação de poucas dissertações que abordassem especificamente o Ensino de Física, e nenhuma relacionando com a Engenharia, a atenção da pesquisa foi direcionada para a busca de artigos publicados em revistas científicas nos periódicos recomendados pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) nos últimos anos, preferencialmente os artigos publicados em eventos submetidos ao *Qualis A*, que é o conjunto de procedimentos utilizados pela Capes, para a estratificação da qualidade da produção intelectual dos programas de pós-graduação.

Dentre os eventos de grande relevância nacional e internacional do Ensino da Física no Brasil, temos o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) e o Encontro Nacional em Ensino de Física (EPEF), entre as publicações destacam-se: a Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) e o

Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF), que juntos vêm sendo os principais disseminadores dos resultados da pesquisa em Ensino de Física no Brasil.

Abaixo quadro com os Artigos sobre o Ensino de Física:

| Título | Ano | Resumo |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| O GOSTAR E O APRENDER NO ENSINO DE FÍSICA: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA | 2007 | No presente texto, descrevemos uma metodologia de ensino de Física que vem sendo implementada no Curso de Licenciatura da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul Unijuí e em escolas de Ensino Médio. A proposta, que tem um perfil construtivista, valoriza a compreensão da ciência como produção humana e fundamenta o processo ensino aprendizagem na atividade experimental, de modo a articular o conhecimento formal da ciência com os saberes do aluno. Em comparação com o chamado ensino tradicional, o que se propõe é um ensino mais atraente para os alunos, com ênfase na compreensão dos conceitos físicos e na relação destes com coisas e fatos do dia a dia. (BONADIMAN E NONENMACHER 2007) |
| Título | Ano | Resumo |
| | 2011 | Esta Dissertação visou estudar como a introdução de novas mídias, técnicas e tecnologias dedicadas à educação influenciou o cotidiano de docentes e discentes das Cadeiras de Física I e II do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), no período que se estendeu de 1996 a 2006. Iniciativas voltadas a rever o Ensino de Engenharia no Brasil, mais precisamente a partir de meados da década de 90 do século XX, situadas em um contexto ainda mais amplo a respeito do que se passou a esperar da Educação, numa perspectiva mundial, norteou este trabalho, constituindo-se em seu pano de fundo. Para realizar esta pesquisa a revisão de referências foi pautada em quatro vias - Cultura e Informação, Educação e Mediação, Arquiteturas (física & virtual) do espaço escolar (ciberarquiteturas educacionais) e Tecnologia e Mídia - vias essas que se entrecruzaram na busca de um referencial teórico unificado que pudesse auxiliar a apreensão, entendimento e análise dos dados de pesquisa. Também como decorrência de tal desenvolvimento teórico pôde se consolidar o conceito de ciberarquitetura que vê e intervêm sobre ambientes não digitalizados e digitalizados como um continuum. Estudaram-se possíveis relações existentes entre |

| | | <p>arquitetura e pedagogia, através dos referenciais de Frago e Escolano e revisaram-se os conceitos de mídia, técnica e tecnologia educacional. Também foram trazidas as perspectivas e referências da teoria sócio-histórica de Vygotsky, e também das contribuições de Leontiev, introduzindo-se Postulados de Interfaceamento com o universo conceitual-cultural de Thompson. Com esta pesquisa objetivou-se conhecer as decorrências de um modelo que se pautou dentro do cenário do REENGE (Reengenharia do Ensino de Engenharia) nos pressupostos de integração de laboratórios de física com os de informática (nas acepções convencionais dadas aos distintos ambientes), e que contou com a inclusão de uma Intranet dedicada às chamadas Cadeiras de Física I (fis13), II (fis23) e respectivos “laboratórios”, dentre outras providências. Como metodologia procurou-se conhecer, por meio de pesquisa de campo e análise de conteúdos as considerações de docentes e discentes a respeito do uso de novas mídias, também em salas de aula consideradas “tradicionais”, e como tais recursos foram percebidos como instrumentos de mediação nos processos pedagógicos, por ambos. Como resultados, dentre outros, foi possível conhecer o impacto que decisões tecnológicas, implementadas por técnicas que contaram com a integração de diversificadas mídias, tiveram sobre os processos pedagógicos de ensino e aprendizagem, no decorrer do período estudado. Finalmente se teceram considerações a respeito dos aspectos investigados, buscando-se identificar as limitações da própria pesquisa e como decorrência disso foram propostas novas perspectivas investigacionais que pudessem apontar para uma melhor integração entre espaços ciberarquitetônicos dedicados à educação, em particular à científica e tecnológica, e as concepções e práticas pedagógicas institucionais. (CARVALHO NETO, 2006).</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Título | Ano | Resumo |
| <p>PROBLEMAS GERADORES DE DISCUSSÕES: UMA PROPOSTA PARA A DISCIPLINA DE FÍSICA NOS CURSOS DE ENGENHARIA</p> | <p>2009</p> | <p>Buscou-se, por meio desse trabalho, verificar os efeitos da Metodologia PGD (Problemas Geradores de Discussões), sobre o processo de formação acadêmica do aluno de Engenharia por meio de sua aplicação no ensino de Física. A Metodologia PGD foi construída com o objetivo de buscar um novo caminho pedagógico a fim de permitir ao ensino da Física dar uma maior parcela de contribuição no processo de formação do aluno, futuro engenheiro. Para construir a Metodologia, buscaram-se orientações por meio de estudos sobre as DCNs (Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de Engenharia), princípios educacionais do enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e sobre trabalhos que propõem o desenvolvimento de ensino baseado na Resolução de Problemas. Na pesquisa ocorreram três aplicações de atividades PGDs (elaboradas de acordo com a Metodologia PGD). As discussões que ocorreram junto às aplicações dos PGDs foram intermediadas pelo professor de acordo com uma técnica intitulada Grupo Focal ou Grupo de Discussões. A coleta de dados ocorreu por meio do recebimento de relatórios entregue pelos alunos ao resolver</p> |

| | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | os PGDs. As informações coletadas passaram por uma análise qualitativa, seguindo as orientações do método Análise de Conteúdo. Os resultados obtidos permitiram concluir que a Metodologia PGD cumpre com os propósitos para os quais foi construída. O uso da Metodologia PGD promoveu uma maior participação dos alunos no processo de sua formação acadêmica com a realização de novas atividades de aprendizagem e a utilização de conhecimentos de diferentes áreas, integrados para a busca da solução/respostas às questões/questionamentos contidos nos PGDs. Os alunos passaram também a trabalhar em grupo, realizar pesquisas, confrontar idéias, realizar, propor e exercitar suas habilidades em elaborar, descrever e colocar em prática procedimentos experimentais, potencializando conhecimentos teóricos. Passaram a relacionar tecnologia a questões sociais e ambientais, utilizando-se dessas relações para refletir, analisar ou avaliar impactos causados pelo uso de diferentes processos, procedimentos ou produtos tecnológicos. Como produto final, apresenta-se um manual para elaboração e aplicação da Metodologia PGD. (MACHADO 2009) |
| Título | Ano | Resumo |
| ENSINO DA FÍSICA: TENDÊNCIAS E DESAFIOS NA PRÁTICA DOCENTE | 2007 | Desde as sociedades antigas até as contemporâneas, a educação como processo de mediação sistematizado, recebe a denominação de educação escolar, apoiando suas bases em ações intencionais. Os conteúdos escolares decorrentes dos conhecimentos historicamente acumulados pela humanidade passam a ser um dos elementos integrantes desta ação intencional, mas não único, encontrando no ato didático-pedagógico um importante aliado. (ROSA E ROSA, 2007) |
| Título | Ano | Resumo |
| O PAPEL DA MODELAGEM MENTAL DOS ENUNCIADOS NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM FÍSICA | 2002 | Este trabalho, fundamentado na Teoria dos Modelos Mentais de Johnson-Laird (1983, 1996), dá continuidade ao nosso projeto sobre modelagem mental em resolução de problemas (Costa e Moreira, 1998), enfocando a dificuldade que alunos de Mecânica Geral, disciplina do currículo básico dos cursos de Engenharia e Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, apresentam para modelar mentalmente o enunciado do problema. (Foi usada uma metodologia qualitativa baseada nos depoimentos verbais (durante aulas específicas de resolução de problemas) e escritos nas verificações de aprendizagem), de alunos das turmas de um dos autores, durante o período 1º semestre de 1998 a 1º semestre de 2000. O tema abordado foi Cinemática de um ponto material. Os resultados parecem corroborar nossa hipótese |

| | | de que a representação mental do enunciado de um problema, apresentado através de um discurso linguístico, acompanhado ou não de representação pictórica, pode ser favorecida pelo ensino explícito da modelagem física das situações enfocadas no enunciado. (COSTA E MOREIRA,2002) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Título | Ano | Resumo |
| ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA: DIFERENTES ENFOQUES, DIFERENTES FINALIDADES. | 2003 | Nesse trabalho foi analisada a produção recente na área de investigações sobre a utilização da experimentação como estratégia de ensino de Física, com o objetivo de possibilitar uma melhor compreensão sobre as diferentes possibilidades e tendências dessas atividades tendo em vista subsidiar o trabalho de professores e pesquisadores do ensino no nível médio. A análise dos dados teve como referência os trabalhos publicados entre 1992 e 2001 na Revista Brasileira de Ensino de Física (SBF), em seu encarte Física na Escola e também no Caderno Catarinense de Ensino de Física (UFSC). Foram investigadas a área temática das publicações e diversos aspectos metodológicos relacionados com as propostas de atividades experimentais, como a ênfase matemática empregada, o grau de direcionamento das atividades, o uso de novas tecnologias e a relação com o cotidiano. Os resultados obtidos revelaram que a experimentação continua sendo tema de grande interesse dos pesquisadores, apresentando essa estratégia ampla gama de enfoques e finalidades para o ensino de Física. (ARAÚJO E ABIB, 2003) |

QUADRO 2: Artigos Publicados sobre o Ensino da Física.

O levantamento dos artigos científicos serviu como norteador teórico e metodológico da pesquisa, sendo de fundamental importância para a concretização da mesma.

2. A METODOLOGIA

Esse capítulo mostra a estratégia adotada na pesquisa, onde procuramos solucionar o problema das dificuldades no plano de ensino de Física do curso de Engenharia, que poderiam se resolvidas aplicando uma nova proposta metodológica, com objetivo de fazer o processo de ensino aprendizagem significativa ao futuro profissional de Engenharia.

A disciplina de Física I, na Universidade Nilton Lins, é ministrada nos cursos de Engenharia Civil, Engenharia de Produção, Engenharia Ambiental, Arquitetura e Urbanismo, Matemática, no entanto a pesquisa foi realizada no segundo período de Engenharia, onde a Física é disciplina básica e abrange todos os cursos de Engenharia, só ocorrendo à separação a partir do quarto período.

Utilizamos a abordagem dos métodos mistos, tendo como fundamento a **abordagem quantitativa** sobre a qualitativa.

A pesquisa de Métodos mistos é uma abordagem da investigação que combina ou associa as formas qualitativa e quantitativa. Envolve suposições filosóficas, o uso de abordagens qualitativas e quantitativas e a mistura das duas abordagens em um estudo. Por isso, é mais do que uma simples coleta e análise dos dois tipos de dados; envolve também o uso das duas abordagens em conjunto, de modo que a força geral de um estudo seja maior do que a da pesquisa qualitativa ou quantitativa isolada. (CRESWELL e PLANO CLARK, 2007)

Creswell (2010) mostra um breve histórico dos métodos mistos, em seu livro Projeto de Pesquisa: Métodos qualitativo, quantitativo e misto, onde relata

que esse método teve início na Psicologia e na matriz multitraços-multimétodos de Campbell e Fiske (1959), e:

“Com o desenvolvimento e a legitimidade percebida tanto da pesquisa qualitativa quanto da pesquisa quantitativa nas ciências sociais e humanas, a pesquisa de métodos mistos, empregando a combinação de abordagens quantitativas e qualitativas, ganhou popularidade, [...], utilizando os pontos fortes das pesquisas qualitativas e quantitativas.” (CRESWELL, 2010)

Ainda para o autor pode-se obter mais insights com a combinação das pesquisas qualitativa e quantitativa do que com cada uma das formas isoladamente. Seu uso combinado proporciona uma maior compreensão dos problemas de pesquisa (CRESWELL, 2010).

Os pesquisadores recentes empregam esse método em seus projetos, para ampliar o entendimento incorporando tanto a pesquisa qualitativa quanto a quantitativa, ou como no caso desta pesquisa usam uma abordagem para melhor entender, explicar ou construir a partir dos resultados da outra abordagem.

Esse método é um desafio para os pesquisadores, pois inclui a necessidade de coleta de dados no formato de textos e numéricos e exige que o pesquisador esteja familiarizado com as formas de pesquisa quantitativas e qualitativas.

Dentro dos métodos mistos utilizamos a **estratégia explanatória sequencial Quan/quali**, que é uma estratégia com fortes inclinações quantitativas. É caracterizada pela coleta de dados e pela análise de dados quantitativos em uma primeira fase da pesquisa, seguidas de coletas e análise de dados qualitativos, e a combinação dos dados ocorre quando os resultados quantitativos iniciais conduzem a coleta de dados qualitativos secundária. Assim as duas formas de coletas de dados estão separadas, porém conectadas. Um projeto explanatório sequencial é tipicamente utilizado para

explicar e a interpretar os resultados quantitativos por meio de coleta e da análise de acompanhamento de dados qualitativos. (CRESWELL, 2010)

Quanto à concepção a pesquisa tem como base a **concepção pós-positivista**, esta inclui experimentos reais e os experimentos menos rigorosos, chamados de **quase experimentos** no qual embasamos nossa pesquisa.

Para Creswell (2010), o pós-positivismo têm representado a forma tradicional de pesquisa, e são mais válidas para a pesquisa quantitativa do que para a qualitativa; representa o pensamento posterior ao positivismo, que desafia a noção tradicional da verdade absoluta do conhecimento (PHILLIPS E BURBULES, 2000 citado por CRESWELL, 2010) e reconhece que não podemos ser positivos sobre nossas declarações de conhecimento quando estudamos o comportamento e as ações dos seres humanos. Para um melhor entendimento sobre o pós-positivismo, recorre-se ao comentário de Creswell (2010, p. 29):

Os pós-positivistas defendem uma filosofia determinística, na qual as causas provavelmente determinam os efeitos ou os resultados. Assim, os problemas estudados pelos pós-positivistas refletem a necessidade de identificar e de avaliar as causas que influenciam os resultados, como aquelas encontradas nos experimentos. É também reducionista, pois a intenção é reduzir as ideias a um conjunto pequeno e distinto a serem testadas, como as variáveis que compreendem as hipóteses e as questões de pesquisa.

Segundo Phillips e Burbules (2000 citado por CRESWELL, 2010), na concepção pós-positivista, o conhecimento é conjectural - a verdade absoluta nunca pode ser encontrada. Assim, a evidência estabelecida na pesquisa é sempre imperfeita e falível. Por esta razão, os pesquisadores afirmam que não provam uma hipótese, mas indicam uma falha para rejeitar a hipótese. Baseamo-nos nessa concepção para analisarmos por que nossa hipótese, que deve ser nula, para analisarmos a mudança que deve ocorrer na turma de intervenção.

A pesquisa quantitativa, que tem sua origem no final do século XIX e dominou até o final do século XX, segundo Creswell (2010) mostra que:

[...] O determinismo sugere que o exame das relações entre as variáveis é fundamental para responder às questões e hipóteses por meio de levantamento e experimentos. A redução a um conjunto parcimonioso de variáveis, rigidamente controladas pelo planejamento ou pela análise estatística, proporciona medidas ou observações para a testagem de uma teoria. Dados objetivos resultam de observações e de medidas empíricas. A validade e a confiabilidade das pontuações nos instrumentos conduzem a interpretações significativas dos dados (p.177).

A pesquisa qualitativa, que se caracteriza por uma abordagem ampla do fenômeno estudado, utilizando análise e interpretação dos dados obtidos, segundo Silva e Menezes (2001) citado por Machado (2009, p.45):

[...] considera que há 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. A interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados são básicas no processo de pesquisa qualitativa. Não requer o uso de métodos e técnicas estatísticas. O ambiente natural é a fonte direta para coleta de dados e o pesquisador é o instrumento-chave. É descritiva. Os pesquisadores tendem a analisar seus dados indutivamente. O processo e seu significado são os focos principais de abordagem.

Em nosso caso, utilizamos a pesquisa quantitativa para o tratamento da avaliação final dos alunos e com a qualitativa analisamos e interpretamos os dados obtidos através dos questionários fechados e abertos, aplicados no início e no final da intervenção.

Dentro da estratégia quantitativa utilizamos **o enfoque da pesquisa experimental**, onde buscamos determinar se um tratamento específico influencia um resultado, que é o caso da proposta metodológica utilizada.

Conforme Gil (1993) o experimento representa o melhor exemplo de pesquisa científica. Essencialmente, a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionando as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definindo as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto. Quando, porém, se trata de experimentar com objetos sociais, ou seja, com pessoas, grupos ou instituições, as limitações tornam-se bastante evidentes.

As pesquisas experimentais constituem o mais valioso procedimento disponível aos cientistas para testar hipóteses que estabelecem relações de causa e efeito entre as variáveis. Em virtude de suas possibilidades de controle, os experimentos oferecem garantia maior do que qualquer outro delineamento.

Esse impacto é avaliado proporcionando-se um tratamento específico a um grupo e negando ao outro, e depois determinando como os dois grupos pontuaram no resultado.

Os experimentos incluem os experimentos verdadeiros e os experimentos menos rigorosos, chamados de **quase-experimentos**, no qual fundamentamos a pesquisa. (KEPPEL, 1991).

O **modelo quase-experimental** também manipula deliberadamente pelo menos uma variável independente (turma de intervenção) para observar seu efeito e relação com uma ou mais variantes dependentes, e só diferem dos experimentos “verdadeiros” no grau de segurança ou confiabilidade que se possa ter sobre a equivalência inicial dos grupos, (GUEDES, 2009).

Nesta pesquisa as variáveis medidas foram: o **aprendizado dos alunos**, **variável dependente** e a **metodologia aplicada a variável independente**.

Conforme Sampieri (2006) nos modelos quase-experimentais os indivíduos não são distribuídos ao acaso nos grupos nem emparelhados, mas

tais grupos já estavam formados antes do experimento: são grupos intactos. Esses modelos são utilizados quando não é possível distribuir os indivíduos de forma aleatória nos grupos que receberão os tratamentos experimentais. O pesquisador deve tentar estabelecer a semelhança entre os grupos, para isso, é preciso considerar as características ou variáveis relacionadas com as variáveis estudadas. Entendemos que quanto mais informação se obtenha sobre os grupos, maiores serão as bases para estabelecer as semelhanças.

2.1 PARTICIPANTES

A população desta pesquisa são dez (10) turmas do curso de Engenharia da Universidade Nilton Lins, campus Parque das Laranjeiras, situado na cidade Manaus-Amazonas, no segundo semestre de 2010.

2.1.1 Amostra

Foi retirada uma amostra de 20%, que corresponde a duas turmas. A pesquisa foi desenvolvida na disciplina de Física I, num total de 41 alunos das duas turmas, do segundo período. Utilizamos uma amostra de conveniência, visto que os grupos já estavam naturalmente formados, e realizamos um quase experimento. O grupo controle foi composto de 23 alunos e o experimental (de intervenção) de 18. O grupo de intervenção participou de uma experiência inovadora para o ensino da Física e o grupo controle participou do ensino “de sempre” o qual chamamos de ensino tradicional.

2.1.2 Descrição dos Participantes

Dentro do interesse da pesquisa foram aplicados questionários com os 41 alunos das duas turmas para conhecer a origem, o sexo, a idade e a instituição de origem dos alunos, o que nos permitiu a determinação do seguinte perfil das turmas.

Origem dos participantes

Quanto ao Estado de origem dos 41 alunos, 38 são naturais de Manaus-Amazonas e 3 são oriundos de outros Estados. Entre os alunos de outros Estados contamos com 2 do Pará e um do Maranhão.

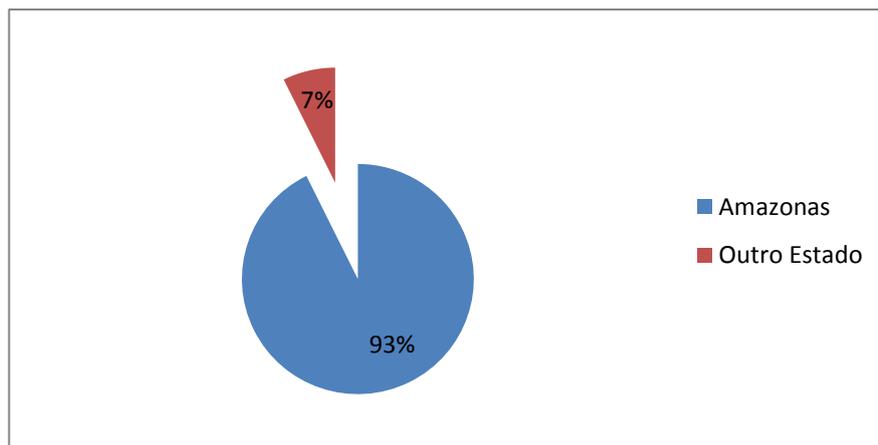


Figura 1 – Distribuição dos alunos quanto ao Estado de Origem

Fonte (Souza 2011)

Idade dos alunos

Quanto a idade dos alunos a maior ocorrência foi de 9 alunos com 21 anos. Para a idade de 19-20 anos, contamos com 10 alunos, entre 22-23 anos a ocorrência foi a mesma, 7 alunos e entre 24-30 anos 8 alunos.

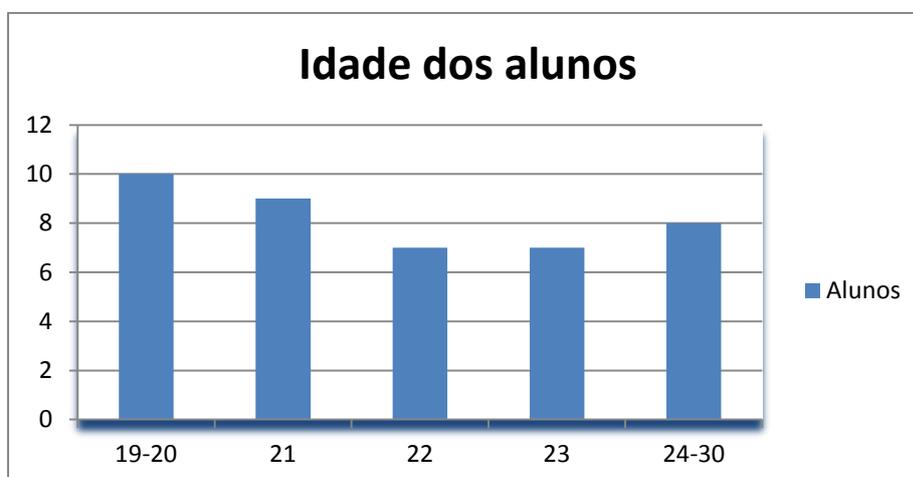


Figura 2 – Distribuição dos alunos quanto a idade.

Fonte (Souza 2011)

Sexo dos alunos

Quanto ao sexo dos alunos, contamos com 22 homens e 19 mulheres.



Figura 3 – Distribuição dos alunos, quanto ao sexo.

Fonte (Souza 2011)

É interessante destacar aqui, que mesmo sendo um curso de Engenharia noturno, a diferença entre homens e mulheres não é significativa, como podemos verificar na figura 3.

Instituição de origem do ensino médio

Quanto a origem da instituição no Ensino Médio: 36 alunos provem de instituições pública Estadual e Federal e 5 da rede particular de ensino.

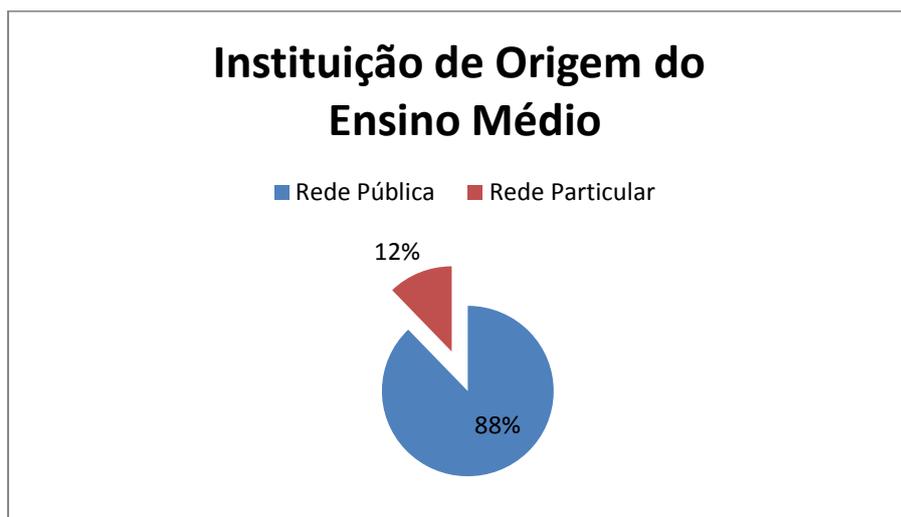


Figura 4 – Distribuição dos alunos, quanto a instituição de origem do ensino

Fonte (Souza 2011)

2.2 INSTRUMENTOS

Normalmente nos cursos de Engenharia da Universidade Nilton Lins, a disciplina de Física I, é ministrada de forma tradicional, onde o professor utiliza somente o livro texto, e através de aplicação de equações, resolve exercícios no quadro e repete exercícios semelhantes para serem resolvidos em classe. Em seguida através de questões e exercícios totalmente descontextualizados do cotidiano dos alunos e sem nenhuma atividade experimental, aplica a avaliação escrita dos mesmos.

Para que esse quadro se modificasse através da pesquisa utilizamos uma metodologia em que foi dada a ênfase no diálogo, no resgate do saber dos alunos, procurando descobrir os subsunçores necessários para uma aprendizagem significativa, utilizamos ainda a resolução de problemas, sempre relacionando com a Engenharia e o cotidiano dos alunos, a fim de despertar nos mesmos o interesse pela disciplina e desmitificar a Física, como sendo uma disciplina sem contexto e difícil. Ainda através de atividades experimentais no laboratório de Física os alunos seguindo um roteiro pré-estabelecido, podiam fazer observações, coleta, interpretações e análise de dados em pequenos grupos, proporcionando assim o desenvolvimento de atitudes para o exercício do convívio democrático e trocas de experiências.

Aplicamos **questionários abertos e fechados** um de opinião no início da intervenção para sondar o que os alunos pensavam sobre o como a Física deve ser ensinada e outro ao final para comparar se foi modificada a opinião dos alunos (Apêndice 2 e 3). O questionário com perguntas abertas e fechadas é um instrumento importante de coleta de dados, pois por meio dele podemos tabular mais fácil as respostas, tendo em contrapartida uma rigidez intrínseca, e podemos obter através das perguntas abertas, respostas com maior quantidade e qualidade de informações. (LAKATOS E MARCONI, 2001). Para Lakatos e Marconi (2004) citado por Machado (2009) as questões abertas: “ [...] são as que permitem ao informante responder livremente, usando linguagem

própria, e emitir opiniões. Possibilita investigações mais profundas e precisas[...].”

Os questionários foram aplicados para permitir ao aluno comparar as metodologias utilizadas, e o conhecimento anterior sobre o ensino de física, e foi aplicado tanto na turma controle como na de intervenção.

Para medir o aprendizado dos alunos utilizamos a **avaliação final** das duas turmas, utilizamos o T-test que é o teste estatístico paramétrico, usado para calcular a diferença entre médias de dois grupos. Parte-se da suposição de que as duas amostras em estudo (turma controle e de intervenção) possuem a mesma distribuição base, nesse caso o modelo normal, desejando-se verificar se existe alguma diferença significativa entre os dois grupos em análise. Usamos o software Mini Tab, na versão 12.

2.3 INTERVENÇÃO

Conforme falamos anteriormente o ensino da Física nos cursos de Engenharia da Universidade Nilton Lins, é tradicional, causando assim dificuldades no aprendizado dos alunos, dentre essas e outras causas concordamos com Bonadiman (2006) quando destaca: a ênfase excessiva na Física matemática em detrimento de uma Física conceitual, o distanciamento entre o formalismo escolar e o cotidiano dos alunos, a falta de contextualização dos conteúdos e a forma linear como são desenvolvidas em sala de aula, sem a necessária abertura para as questões interdisciplinares e a pouca valorização da atividade experimental e dos saberes do aluno.

Podemos verificar que algumas causas das dificuldades dos alunos, podem ser resolvidas pelo professor, pois dependem de sua ação pedagógica em sala de aula.

A proposta de ensino aprendizagem está baseada na tese de Kalhil (2003), intitulada Estrategia pedagógica para el desarrollo de habilidades investigativas en la disciplina Física de ciencias técnicas, na Universidade de Matanzas, Cuba e do trabalho de pesquisa de Bonadiman e Nonenmacher, (2007) implementada nos cursos de licenciatura da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Unijuí.

A organização e implementação da Proposta Metodológica teve como base fundamental o conteúdo de Física I, do curso de Engenharia da Universidade Nilton Lins, e foi conduzida de forma que cada tema a ser investigado fosse trabalhado em 5 momentos, que correspondem aos 6 tempos de aula, totalizando assim em 120 horas semestrais. São eles: (1) Discussão de Ideias e Conceitos, (2) Questões, Exercícios e Problemas, (3) Atividade Experimental, (4) Conclusão e Considerações e (5) Relatório da Atividade Experimental.

As principais ideias que fazem parte da estrutura e da dinâmica da proposta em suas diversas etapas de operacionalização são resumidas abaixo, tendo como referência o trabalho inovador de Bonadiman e Nonenmacher (2007)

- ✚ A construção do conhecimento pelo aluno, mediada pelo professor, através da inter-relação experimento, teoria, resolução de problemas e cotidiano.
- ✚ A formação de uma postura crítica, reflexiva e participativa frente as questões e problemas com que o aluno se defronta em seu campo de atuação profissional.
- ✚ A explicitação dos saberes dos alunos a partir de questionamentos, de exercícios, da análise de situações problemas do seu cotidiano e do seu campo de atuação profissional e de fenômenos físicos reproduzidos em laboratório e ainda, a valorização de suas formas de pensar no processo ensino-aprendizagem.
- ✚ A experimentação como um contexto importante na obtenção de informações e na produção de ideias que constituem uma das bases de apoio no processo da formação do saber.
- ✚ O desenvolvimento, pelo aluno, da capacidade de análise e de interpretação dos resultados experimentais como auxiliares na evolução conceitual e na introdução de modelos teóricos e aos seus significados.

As ênfases, apresentadas acima aparecem de forma explícita nos livros de Física e outras permeando a dinâmica da proposta metodológica, orientam as ações pedagógicas do professor e as atividades dos alunos de Física no processo de ensino-aprendizagem.

Comparado ao modelo tradicional de ensino, esses momentos de interação inovam em diversos aspectos e assumem, na execução do projeto pedagógico, funções diferenciadas no processo de ensino-aprendizagem,

essas etapas se constituem em espaços de interação interdependentes e interligados, o que dá forma e unidade a proposta.

A seguir, descreveremos brevemente os passos da proposta, o modo como foram operacionalizados em sala de aula detalhamos no capítulo 3, ao apresentarmos a proposta metodológica.

Primeiro Momento – Discussão de Ideias e Conceitos

As atividades desenvolvidas em formas de conferência, entendendo-se por isso a discussão de ideias e conceitos do Referencial Teórico.

Nesse primeiro momento as informações foram de cunho teórico e necessárias para que o aluno possa aprender e situar-se em relação ao conceito estudado, levando-o a refletir na importância do tema que está sendo tratado.

Considerando o conhecimento prévio dos alunos para a partir destes trabalhar os subsunçores, com a finalidade de levar o aluno a uma aprendizagem significativa.

O professor deve levar o aluno a contribuir com relatos de experiências de situações do seu dia a dia ou com questões decorrentes de leituras ou de outras fontes de informação. Esse momento visa dar uma ideia geral e contextualizada do conceito que está sendo tratado, mostrar a importância disso ao aluno e incentivá-lo para o estudo.

Segundo Momento

Questões, Exercícios e Resolução de Problemas

A resolução de questões, exercícios e problemas é uma atividade importante no processo ensino-aprendizagem. Este trabalho foi realizado individualmente ou em pequenos grupos, e foram desenvolvidos em sala de aula e também como atividade extraclasse. O professor deve atentar para:

- ✚ Acompanhar e avaliar o aprendizado do aluno e promover a evolução dos conceitos físicos e de seus significados.
- ✚ Promover a expansão conceitual mediante a aplicação do conhecimento construído em situações específicas.

Para atingir estes objetivos, foram propostos exercícios qualitativos e quantitativos com vistas a efetuar uma discussão dos princípios físicos envolvidos na conferência. Procuramos sempre que possível relacionar os problemas ao campo de trabalho do aluno, para que o mesmo possa refletir sobre os fenômenos físicos através do uso de diversas formas de expressão utilizados em física. São especialmente valorizados os exercícios que requerem em sua solução o uso do raciocínio e não apenas da memorização.

A expansão conceitual ocorre no momento em que os conceitos físicos construídos são aplicados em diferentes situações. Assim, ao responder questões e resolver problemas relacionados com situações particulares contextualizadas ao seu meio profissional é proporcionada ao aluno a possibilidade de ampliação do significado dos conceitos físicos, questões estas que foram modificadas através das atividades experimentais.

Para Bonadiman e Nonenmacher (2007), responder a questões e resolver problemas, no estudo da Física, é sempre uma atividade importante e necessária. Contudo, o professor deverá ter o cuidado para que este espaço pedagógico seja, efetivamente, mais um momento significativo de aprendizagem e não apenas uma mera tarefa realizada mecanicamente. Para tanto, é importante que o aluno já tenha construído os significados das representações da Física, principalmente as equações matemáticas.

Ao lançar um problema para que o aluno resolva em forma de projeto, o professor contextualiza, relacionando a área de atuação profissional do aluno de engenharia, onde o próprio aluno deve pesquisar e aplicar os conhecimentos adquiridos para a realização de atividades experimentais.

Terceiro Momento

Atividade Experimental

Este momento foi de interação entre os alunos e esteve constituído de uma atividade experimental, realizada em grupo, é importante destacar aqui que o Laboratório de Física da Universidade, nunca havia sido utilizado pelos professores que ministram aulas de Física. Isto marcou com diferenças as turmas que foram pesquisadas.

Contemplamos assim nessa fase procedimentos específicos e necessários para a validação dos conceitos científicos, como: organização, observação, coleta de dados, medidas de grandezas, análises e interpretações de situações experimentais.

O aluno assume tarefas através de um roteiro elaborado pelo professor, no entanto ainda aparecem dúvidas sobre os procedimentos, que dele solicitam algumas respostas sobre a organização e o uso de equipamentos e, também, sobre procedimentos de montagem e execução de experimentos, desenvolvendo assim habilidades necessárias para trabalhar no campo da Engenharia,

A atividade experimental possibilita a vivência de uma Física mais prazerosa, mais desafiadora e imbuída de significados. Esses aspectos contribuem para criar uma imagem mais positiva da Física, despertando no aluno curiosidade e interesse pela disciplina. Nessas condições pode-se que o aluno se sinta motivado para o estudo, qualificando significativamente seu aprendizado, porém esse aspecto não foi realizado na pesquisa.

Quarto Momento

Considerações e Conclusões Finais

Este momento caracteriza-se por ser um espaço pedagógico de interação entre o professor e os alunos. É momento de comunicação e de sistematização coletiva visando à construção individual do conhecimento.

As informações obtidas durante a experimentação – observações, medidas e registros -, bem como as ideias produzidas neste contexto – conclusões e questões em aberto -, são socializadas para a turma. O aluno ao mesmo tempo em que comunica os resultados, também explicita seu modo de pensar sobre os fenômenos físicos reproduzidos em seu grupo de trabalho e, geralmente o faz usando uma linguagem própria do senso comum. Num trabalho coordenado pelo professor, e com a efetiva participação de cada grupo de alunos, informações, ideias e saberes são sistematizados, analisados e avaliados.

É um momento importante no qual as incertezas e as convicções dos alunos devidamente trabalhadas, formando um pequeno banco de dados que servirá de referencial para algumas interpretações e, possivelmente, para a consecução de algumas conclusões.

Nesse momento, o professor, partindo das ideias e das informações produzidas no contexto da experimentação e dos saberes dos alunos, e tendo na Física constituída um aliado importante, auxilia o aluno na construção dos modelos teóricos a serem expressa em linguagem científica nas formas de expressão oral e escrita, tabelas, gráficos e equações matemáticas.

Após a introdução aos modelos teóricos e a discussão/reflexão de seus significados, o aluno poderá rever questões particulares de sua vivência e, se conseguir refletir sobre elas, fazendo uso da base teórica construída, ele terá evoluído conceitualmente.

Quinto Momento

Relatório da Atividade Experimental

O Relatório da Atividade Experimental, como complemento do processo pedagógico, é preferencialmente uma produção individual de cada aluno. Deve seguir o modelo do Apêndice 4. É aconselhável, no entanto, que, durante a sua elaboração, seja discutido em pequenos grupos. Desta forma, com a participação e contribuição de diversos estudantes, haverá o enriquecimento do relatório, o que pode tornar o processo de elaboração, com tal interação, um momento significativo de aprendizagem.

Durante a elaboração do relatório, o aluno retoma ideias e informações produzidas no contexto da experimentação e, mediante o uso da linguagem específica da Física, sistematiza, constrói modelos, atribui significados e, ainda estabelece relações com situações do cotidiano. O aluno além de utilizar-se dos conceitos e representações veiculados e reconstruídos durante diversos momentos de operacionalização da proposta, pesquisa em outras fontes, como livros, revistas, internet. Assim, este momento de produção intelectual e de convívio com os princípios da ciência, é propício também para o aluno avançar em suas concepções conceituais como continuidade e complemento do processo de ensino aprendizagem.

Geralmente na disciplina de Física se escreve pouco. Quando o aluno é desafiado a escrever, na maioria das vezes apresenta dificuldades em elaborar um texto coerente em termos de ideias sobre um tema específico, por isso, é importante que o aluno perceba que quando escreve, reorganiza os conceitos físicos e as experiências desenvolvidas. Que esse processo requer dele o uso das diferentes formas de expressão da Física e a revelação de que se apropriou dos conceitos e da nomenclatura desta ciência. (BONADIMAN E NONENMACHER, 2007).

A proposta de ensino de Física aqui apresentada constitui **um novo olhar de como ensinar Física no curso de Engenharia**, por ser de cunho metodológico, não tem o caráter de produzir mudanças na natureza e na sequencia dos conteúdos de Física I, desenvolvidos no Curso de Engenharia. O que se busca é contribuir de uma maneira significativa para a aprendizagem do aluno e o, mas importante é que alunos e professores possam refletir sobre a Física e que ela se torne mais atrativa para os alunos e assim melhore seu aprendizado e formação humana.

2.4 RESULTADOS

Para iniciarmos nossa pesquisa, conseguimos o consentimento formal da instituição, então solicitamos a aprovação ao comitê de ética em Pesquisa da Universidade Nilton Lins, sendo aprovado no dia 22 de junho de 2010 (ANEXO II).

A Metodologia foi aplicada no período de dia 9 de agosto e a 11 de dezembro de 2010.

Analizamos os dados de maneira quantitativa sobre a qualitativa. Para a parte quantitativa, utilizamos o T-test que é o teste estatístico paramétrico, usado para calcular a diferença entre médias de dois grupos. Parte-se da suposição de que as duas amostras em estudo (turma controle e de intervenção) possuem a mesma distribuição base, nesse caso o modelo normal, desejando-se verificar se existe alguma diferença significativa entre os dois grupos em análise (LEVIN, 2006). Usamos o software Mini Tab, na versão 12.

2.4.1 Análise Quantitativa

Ao final do processo de intervenção e coletadas as informações, iniciamos a análise dos dados **quantitativos** para concluirmos nossa pesquisa.

A nossa **hipótese** foi que não haveria diferença estatisticamente significante ($p > 0,05$) entre o grupo controle e o de intervenção no aprendizado dos alunos sobre os conteúdos ministrados. Que é a nossa **hipótese nula** H_0 .

Pois para desenvolver processos de teste de hipóteses estatísticas, devemos saber precisamente o que esperar quando uma hipótese é verdadeira, e é por esta razão que frequentemente formulamos a hipótese contrária àquilo que pretendemos provar. (SIMON E FREUND 1997, p.211).

Para Simon e Freund (1997, p.211), uma hipótese estatística é uma afirmação ou conjectura sobre um parâmetro, ou parâmetros, de uma população; pode também referir-se ao tipo, ou natureza, da população.

Para testarmos esta hipótese usamos a prova estatística de T-test e ao analisarmos os dados concluímos que houve diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) no aprendizado dos alunos entre os grupos controle e de intervenção. Desta maneira rejeitamos a nossa hipótese inicial (H_0). Os alunos do grupo de intervenção obtiveram um melhor aprendizado, cuja a média foi ($x = 8,83$) comparado com o grupo controle ($x = 5,79$).

Em que utilizando uma metodologia inovadora produziu um melhor resultado. Isso significa que o ensino de Física, com a intervenção, é um indicativo que para haver mudanças podemos usar esse caminho, baseado na metodologia com aulas práticas, resolução de problemas e experimentação, voltados a futura atividade profissional.

Esses resultados nos mostram posições já estabelecidas para o papel importante da metodologia aplicada e sinalizam novas direções para o ensino da Física.

2.4.2 Análise Qualitativa

Aplicamos **questionários** (Anexo) com perguntas abertas e fechadas. O primeiro foi aplicado no início da intervenção para sondar o que os alunos pensavam sobre o como a física deve ser ensinada e segundo ao final para comparar se em função do método foi modificada a opinião dos alunos (Apêndice 2).

Perguntas fechadas

| Perguntas | Antes | | Depois | |
|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| | Controle (23) | Intervenção (18) | Controle (23) | Intervenção (18) |
| 1. Há experimentos em suas aulas de Física? | Não (23) | Não (18) | Não (23) | Sim (18) |
| 2. O seu nível de interesse pelas aulas de física é: | Baixo (14) Médio (7) Alto (2) | Baixo (7) Médio (9) Alto (2) | Baixo (15) Médio (7) Alto (1) | Alto (18) |
| 3. Você é capaz de relacionar os assuntos de física ao seu cotidiano? | Sim (8) Não (15) | Sim (9) Não (9) | Sim (7) Não (16) | Sim (16) Não (2) |
| 4. Você tem dificuldade para aprender física? | Sim (21) Não (2) | Sim (16) Não (2) | Sim (20) Não (23) | Sim (6) Não (12) |
| 5. Você se sentiu motivado para estudar a disciplina de Física esse período? | | | Sim (2) Não (21) | Sim (18) |

QUADRO 3 :Perguntas fechadas

Fonte: Souza (2011)

Observamos no quadro acima que no início da intervenção os alunos da turma controle e de intervenção, tinham praticamente e mesma opinião em relação ao ensino aprendizagem da Física. Pois em suas aulas não havia experimentos, o nível de interesse era em sua maioria baixo, não relacionavam a física ao seu cotidiano e apresentavam dificuldades em aprender física.

Concluimos que houve melhoras na turma de intervenção, os alunos mudaram de opinião, pois em suas aulas havia experimentos, resolução de problemas direcionados para sua profissão e seu cotidiano, interação e participação ativa dos mesmos, o nível de interesse e a motivação para estudar a física foi 95% de aproveitamento.

Perguntas abertas

Ao aplicarmos o **questionário de sondagem** no primeiro momento, analisando as perguntas abertas, podemos comparar que inicialmente as duas turmas que estudavam com **metodologia tradicional**, apresentavam o mesmo perfil e dificuldades e quando questionadas sobre como gostariam que fossem ministradas as aulas de física responderam em sua maioria que gostariam da interação professor aluno, aulas com experimentos no laboratório e de campo, sempre relacionadas ao cotidiano e a futura profissão dos mesmos:

“Gostaria de conhecer a essência da matéria, ver a aplicabilidade no dia a dia, eu gosto de saber quando estou aprendendo algo do meu convívio. Que eu saiba como aplicar.”

“ Com mais aulas práticas com experimentos.”

“Laboratórios, aulas mais claras.”

“Com exemplos relacionados ao nosso curso, laboratórios.”

“Que o professor explicasse para os alunos, dando mais atenção ao que é física, mostrar o quanto ela é importante na nossa sociedade e profissão, dando mais aulas práticas.”

“Metodologia mais flexível e sem parecer que a sala é um quartel. Gostaria de poder perguntar para entender e não apenas aceitar para poder passar.”

Em uma investigação realizada por Arruda e Marin, 2001, apontou que **o ensino tradicional** não favorece o desenvolvimento do pensamento dedutivo e com ele a capacidade de generalização dos conhecimentos adquiridos, é uma razão do fracasso dos estudantes diante da aprendizagem de física.

Em educação, o conhecimento escolar representa valores instituídos, reconhecidos e validados culturalmente. Com isso, investir na inovação, quase sempre, significa conflitar com o tradicional. Isso não quer dizer que para inovar seja necessário romper, definitivamente com a tradição. O importante é saber analisar e avaliar a tradição em seus diversos aspectos: históricos, sociais e culturais, procurando reconhecer e valorizar o que há de bom e reformular ou abandonar aquilo que é ruim. A inovação depende, antes de tudo, do conhecimento e do reconhecimento das diversas tradições que envolvem os procedimentos e ações realizadas no dia a dia na sala de aula. (MENEZES E VAZ, 2005).

O trabalho de pesquisa de Menezes e Vaz (2005) mostra que os professores têm consciência das dificuldades impostas pelo currículo tradicional e da necessidade de mudança. Por outro lado, é difícil pensar no rompimento dessa tradição. O que podemos constatar no quadro com as perguntas fechadas.

Num segundo momento, o que nos chamou atenção foi que a mostra da **turma ao final da intervenção**, de maneira geral teve para cada aluno uma representação especial, pois mostrou o despertar para o estudo da física.

“Eu nunca gostei de física, mas agora comecei a pensar de maneira diferente. Porque até então eu via a física como matéria chata, só com cálculos e fórmulas para decorar. Depois das experimentações e dos problemas e questões voltados para a engenharia, eu entendi que a física é mais interessante e abrangente do que eu pensava.”

A opinião do aluno faz com que se verifique que a metodologia significou muito para ele, bem como para os outros alunos. Tanto que hoje não sentem mais repulsão pela física.

Na turma controle observamos que os alunos não conseguiram mudar a imagem que têm da física:

“Tenho dificuldades, pois é uma matéria complexa, exige professores pacientes e capacitados e principalmente, que façam exercícios na sala de aula, não apenas respondendo, mas nos deixando responder.”

“Não consigo aprender pois as aulas envolvem muito cálculo, formulas, e precisariam ser ministradas em laboratorio e em campo”

Na turma de intervenção temos um número expressivo de alunos que responderam ao **questionário final** classificando a produção de experimentos como atividade de fundamental importância para o aprendizado:

“... tivemos experiências, participações, e isso é muito importante para o aprendizado. Essa metodologia fez com que eu tivesse maior interesse pela disciplina, pois quando você está fazendo um experimento, você vai vendo o resultado, e você quer fazer sempre o melhor.”

“As aulas foram ministradas muito bem, tivemos experiências, participações, e isso é muito importante para o aprendizado. Essa metodologia fez com que eu tivesse maior interesse pela disciplina.”

Percebemos na fala deste aluno que a metodologia utilizada se deu para ele como um fator motivante no estudo da disciplina, pois neste momento seu papel ia além de um simples aprendiz, estava ele participando ativamente nas reflexões e principalmente na execução do trabalho.

“Quando há um fator motivante como essa metodologia, essa interação, essa nova maneira de estudar, as coisas mudam. Fica

claro. O interesse aumenta, quando saímos da monotonia das ministrações de aula.”

“As aulas foram práticas e com experiências, bem melhor que números e letras no quadro. Pois dessa maneira me senti estimulada, pois os assuntos foram ensinados com clareza e principalmente relacionados ao curso, voltando os exemplos para a realidade da área. Utilizamos experimentos, materiais didáticos de acordo com os conteúdos ensinados.”

“... esse método de ensinar a disciplina é muito bom. Estou motivado.”

Nestes relatos, mesmo que não foi o objetivo desta pesquisadora trabalhar a motivação, os termos motivação e estímulo são explicitado pelos alunos. Em todas essas falas observadas até então, os alunos têm se apresentado mais dispostos e estimulados para estudar e aprender física.

“Com certeza me senti mais motivada, gostei muito, passei a estudar em casa mais vezes e relacionar a física com nossa profissão, Consigo explicar os fenômenos.”

“... gostei e aprendi muito, fiquei mais motivada em prosseguir o curso de engenharia, agora posso até ensinar os outros pois realmente aprendi.”

Tanto a análise quantitativa, quanto a qualitativa foram favoráveis a metodologia aplicada. Por isso concluímos que a aplicação da Proposta Metodológica no Ensino da Engenharia contribuiu de forma positiva para o desenvolvimento dos alunos, da formação de novos hábitos de aprendizagem e também para o desenvolvimento de um novo modelo de ensino, onde o aluno ao ingressar em um curso de Graduação, participa ativamente do processo de ensino aprendizagem, pois é exigido do mesmo um empenho para realizar pesquisas dentro e fora da sala de aula, debater seus conceitos com o professor e seus colegas, questionando, resolvendo problemas, aplicando

equações, utilizando experimentações e identificando assim os objetivos da sua futura função de engenheiro.

Constatamos que os alunos da turma de intervenção conseguiram fazer associação entre as aulas e o seu curso, isso nos leva a crer que eles assimilaram o conteúdo físico envolvido no trabalho, logo a aprendizagem significativa ocorreu para eles. A metodologia aplicada envolveu os alunos no processo de ensino-aprendizagem e moveu o aluno a estudar, fator determinante neste processo.

3. A PROPOSTA METODOLÓGICA

INTRODUÇÃO

Como resultado da pesquisa desenvolvida no Mestrado em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, foi elaborada esta proposta para auxiliar os professores de Física I.

Uma das convicções iniciais, projetada era de valorizar a experimentação como elemento capaz de tornar o ensino da Física mais atrativo, de incentivar o aluno para o estudo, de contribuir para a sua aprendizagem e de facilitar o estabelecimento de relações com o cotidiano e seu campo de atuação profissional. Posteriormente outras ênfases curriculares foram contempladas como a resolução de problemas, possibilitando que a proposta assumisse um perfil mais plural.

A proposta de ensino está baseada na tese de Kalhil (2003), no trabalho de pesquisa de Bonadiman e Nonenmacher, (2007) e na dissertação de Machado (2009).

As principais ideias que fazem parte da estrutura e da dinâmica da proposta em suas diversas etapas de operacionalização são:

- ✚ A construção do conhecimento do aluno, mediada pelo professor, através da inter-relação experimento, teoria e cotidiano.
- ✚ A formação de uma postura crítica, reflexiva e participativa frente às questões e problemas com que o aluno se defronta em seu campo de atuação profissional.
- ✚ A explicitação dos saberes dos alunos a partir de questionamentos, de exercícios, da análise de situações problemas do seu cotidiano e do seu campo de atuação profissional e de fenômenos físicos reproduzidos em laboratório e ainda, a valorização de suas formas de pensar no processo ensino-aprendizagem.
- ✚ A experimentação como um contexto importante na obtenção de informações e na produção de ideias que constituem uma das bases de apoio no processo da formação do saber.

- ✚ O desenvolvimento, pelo aluno, da capacidade de análise e de interpretação dos resultados experimentais como auxiliares na evolução conceitual e na introdução de modelos teóricos e aos seus significados.

Essas ênfases, algumas presentes de forma explícita nos livros de Física e outras permeando a dinâmica da proposta metodológica, orientam as ações pedagógicas do professor e as atividades dos alunos de Física no processo de ensino-aprendizagem.

1. NOVA ORGANIZAÇÃO DAS AULAS

As aulas foram organizadas e são conduzidas de modo que cada tema a ser estudado, nos diferentes conteúdos de Física I, seja trabalhado em 5 momentos.

Comparado ao modelo tradicional de ensino, esses momentos de interação inovam em diversos aspectos e assumem, na execução do projeto pedagógico, funções diferenciadas no processo de ensino-aprendizagem, esses momentos se constituem em espaços de interação interdependentes e interligados, o que dá forma e unidade a proposta.

2. DISCUSSÃO DE IDEIAS E CONCEITOS

Esse momento se desenvolve no grande grupo e os objetivos são:

- ✚ Proporcionar aos alunos uma visão geral e contextualizada do Conceito em estudo.
- ✚ Mostrar a importância do tema que está sendo tratado e estimular o aluno para a investigação e o estudo.
- ✚ Possibilitar a fala do aluno sobre questões e situações de sua vivência relacionadas com o tema.

Nesse primeiro momento as informações são de cunho teórico e necessárias para que o aluno possa aprender e situar-se em relação ao conceito estudado, levando-o a refletir na importância do tema que está sendo tratado.

3. QUESTÕES E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

A resolução de questões e problemas é uma atividade importante no processo ensino-aprendizagem. Este trabalho é realizado individualmente ou em pequenos grupos, podendo ser desenvolvido em sala de aula ou até mesmo como atividade extraclasse. O professor deve atentar para:

- ✚ Acompanhar e avaliar o aprendizado do aluno e promover a evolução dos conceitos físicos e de seus significados.
- ✚ Promover a expansão conceitual mediante a aplicação do conhecimento construído em situações específicas.

Para atingir estes objetivos, são propostos exercícios qualitativos e quantitativos com vistas a efetuar uma discussão dos princípios físicos envolvidos na conferência. Procuramos sempre que possível relacionar os problemas ao campo de trabalho do aluno, para que o mesmo possa refletir sobre os fenômenos físicos através do uso de diversas formas de expressão utilizados em física. São especialmente valorizados os exercícios que requerem em sua solução o uso do raciocínio e não apenas da memorização.

A expansão conceitual ocorre no momento em que os conceitos físicos construídos são aplicados em diferentes situações. Assim, ao responder questões e resolver problemas relacionados com situações particulares contextualizadas ao seu meio profissional é proporcionada ao aluno a possibilidade de ampliação do significado dos conceitos físicos.

Para Bonadiman e Nonenmacher (2006), responder a questões e resolver problemas, no estudo da Física, é sempre uma atividade importante e necessária. Contudo, o professor deverá ter o cuidado para que este espaço pedagógico seja, efetivamente, mais um momento significativo de aprendizagem e não apenas uma mera tarefa realizada mecanicamente. Para tanto, é importante que o aluno já tenha construído os significados das representações da Física, principalmente as equações matemáticas.

Segundo Machado (2009), o professor ao aplicar o problema precisa levar o aluno a uma postura mais próxima do profissional possível durante todo o processo de

desenvolvimento das atividades relacionadas ao problema, isso poderá potencializar os efeitos dessa metodologia sobre a formação acadêmica em Engenharia.

Pois como enfatizam as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Engenharia que os problemas podem contribuir para o desenvolvimento de habilidades e competências exigidas à formação acadêmica do engenheiro (BRASIL, 2002), levando o aluno a exercitar sua capacidade de:

- ✚ ampliar e aplicar os conhecimentos científicos adquiridos à Engenharia;
- ✚ projetar e conduzir experimentos científicos e interpretar os resultados;
- ✚ identificar e resolver problemas de engenharia;
- ✚ desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas no intuito de solucionar um problema;
- ✚ comunicar-se eficientemente nas formas escrita e oral;
- ✚ avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental.

O professor deve levar o aluno a contribuir com relatos de experiências de situações do seu dia a dia ou com questões decorrentes de leituras ou de outras fontes de informação. Esse momento visa dar uma ideia geral e contextualizada do tema que está sendo tratado, mostrar a importância disso ao aluno e incentivá-lo para o estudo.

A Resolução de Problemas deve envolver os alunos e promover um processo mais participativo dos mesmos realizando atividades em grupo, com confronto de ideias, reflexões, discussões, realizações de pesquisas, elaboração e apresentação de relatórios, etc. E que contribuam para o desenvolvimento do hábito dos alunos de Engenharia de avaliar, analisar, planejar, propor ou elaborar processos, procedimentos e/ou produtos tecnológicos levando em consideração tanto aspectos científicos e tecnológicos quanto aspectos relacionados a questões sociais e ambientais. (MACHADO, 2009).

4. ATIVIDADES EXPERIMENTAIS

Os principais objetivos da atividade experimental são:

- ✚ Produzir, a partir das informações do contexto da experimentação, ideias que auxiliem na explicação de um determinado fenômeno físico.
- ✚ Proporcionar ao aluno a oportunidade de vivenciar no laboratório alguns procedimentos da Física.
- ✚ Desenvolver habilidades no manuseio de equipamentos e na montagem de experimentos.

Contemplamos assim nessa fase procedimentos específicos e necessários para a validação dos conceitos científicos, como: organização, observação, coleta de dados, medidas de grandezas, análises e interpretações de situações experimentais.

O aluno assume tarefas que dele solicitam algumas respostas sobre a organização e o uso de equipamentos e, também, sobre procedimentos de montagem e execução de experimentos, desenvolvendo assim habilidades necessárias para trabalhar no campo da Engenharia.

A atividade experimental possibilita a vivência de uma Física mais prazerosa, mais intrigante, mais desafiadora e imbuída de significados. Esses aspectos contribuem para criar uma imagem mais positiva da Física, despertando no aluno curiosidade e interesse pela disciplina. Nessas condições o aluno se sente motivado para o estudo, qualificando significativamente seu aprendizado.

De acordo com Araújo e Abib (2003), a maioria dos professores acredita na eficiência dessa estratégia, e destaca dois aspectos fundamentais para a utilização da mesma:

(a) Capacidade de estimular a participação ativa dos estudantes, despertando a curiosidade e interesse, favorecendo um efetivo envolvimento com sua aprendizagem;

(b) Tendência em propiciar a construção de um ambiente motivador, agradável, estimulante e rico em situações novas e desafiadoras que, quando bem empregadas, aumentam a probabilidade de que sejam elaborados conhecimentos e

sejam desenvolvidas habilidades, atitudes e competências relacionadas ao fazer e entender Ciências (ARAÚJO E ABIB, 2003).

Descreveremos agora três tipos de atividades experimentais que o professor pode sugerir aos alunos de Física I:

- Atividades Experimentais em Laboratório Estruturado (LE)
- Atividades Experimentais em Laboratório Não Estruturado (LNE)
- Atividades de Demonstrações Abertas

4.1 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM LABORATÓRIO ESTRUTURADO

A atividade experimental em Laboratório Estruturado (LE) é quando o aluno recebe instruções que o guiam através de um roteiro destinados a produzir certos resultados específicos.

No Laboratório Estruturado o aluno é conduzido ao longo do experimento, o que levou Moreira e Gonçalves (1979) a classificar essa abordagem como mais próxima da aprendizagem receptiva.

O LE deve ser aplicado somente na etapa inicial, com a finalidade de corrigir algumas deficiências dos alunos e iniciar o processo da aprendizagem significativa.

Nessa fase da experimentação é trabalhado o conceito relativo ao tratamento de dados para os estudos de **Medidas**, fornecendo informações sobre procedimentos que devem ser adotados na etapa de medições, o uso adequado de instrumentos de medidas (régua, paquímetro, cronometro, termômetro), bem como a existência de erros estatísticos e sistemáticos nessas medidas.

Os procedimentos e roteiros são fechados e para que ele seja mais dinâmico o professor deve discutir e levar os alunos a reflexões acerca do fenômeno estudado, bem como dos elementos e fatores que influenciariam o experimento e que podem acarretar discrepâncias entre os resultados observados experimentalmente e as previsões teóricas que se pretende verificar (ARAÚJO e ABIB, 2003).

LABORATÓRIO 1 - UNIDADES DE MEDIDAS E MEDIÇÃO

1. Objetivos:

- Utilizar as unidades e subunidades de medidas de comprimento, massa e tempo.
- Manusear a régua, a trena e o paquímetro usados para medir comprimento.
- Usar a balança e as massas de 10g, 50g, 70g e 100g para medir massa.
- Conhecer o cronômetro usado para medir tempo.
- Medir as arestas de um bloco de alumínio usando a régua, a trena e o paquímetro.
- Fazer uma tabela das medidas das arestas para cada instrumento e comparar as mediadas.
- Discutir a precisão de cada instrumento e os erros encontrados nas medidas de comprimento.
- Medir a massa do bloco de alumínio usando a balança e as massas padronizadas em 10g, 50g, 70g e 100g.
- Medir o tempo usando o cronômetro.
- Discutir a utilidade da prática de medidas e medições do comprimento, massa e tempo aplicados à engenharia.

2. Materiais.

- Régua graduada em centímetros com divisões de milímetros.
- Trena graduada em centímetros com divisões de milímetros.
- Paquímetro graduado em centímetros com divisões de milímetros.
- Balança de mola com massas 10g, 50g, 70g e 100g.
- Cronometro analógico.
- Bloco de alumínio.

3. Teoria.

A Física utiliza a matemática como ferramenta para compreender os fenômenos naturais e para modelagem das equações, que definem a função matemática entre duas ou mais grandezas e permite sua observação em laboratório. Por isso, é necessário que os alunos de engenharia comecem a usar os números para quantificar e descrever os fenômenos observados.

O Quadro 4, mostra as unidades para medidas de comprimento, massa e tempo com base no Sistema Internacional (SI).

| PREFIXO | SÍMBOLO | COMPRIMENTO | MASSA | TEMPO | POT. de 10 |
|---------|---------|------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------|
| Giga | G | Gigâmetro (Gm) | Gigagrama (Gg) | Gigasegundo (Gm) | 10^9 |
| Mega | M | Megâmetro (Mm) | Megagrama (Mg) | Megasegundo (Mm) | 10^6 |
| quilo | k | quilômetro (km) | quilograma (kg) | quilosegundo (km) | 10^3 |
| hecto | h | hectômetro (hm) | hectograma (hg) | hectosegundo (hm) | 10^2 |
| deca | da | decâmetro (dam) | decagrama (dag) | decasegundo (dam) | 10^1 |
| deci | d | decímetro (dm) | decígrama (dg) | decísegundo (dm) | 10^{-1} |
| centi | c | centímetro (cm) | centígrama (cg) | centísegundo (cm) | 10^{-2} |
| mili | m | milímetro (mm) | milígrama (mg) | milísegundo (mm) | 10^{-3} |
| micro | μ | micrômetro (μm) | micrograma (μg) | microsegundo (μm) | 10^{-6} |
| nano | η | nanômetro (ηm) | nanograma (ηg) | nanosegundo (ηm) | 10^{-9} |

Quadro 4. Unidades para medidas de comprimento, massa e tempo.

Qualquer medida que fazemos pode ser afetada por algum tipo de erro. Esses erros podem ser causados pela precisão dos instrumentos ou pelo descuido do observador.

Os principais tipos de erros são:

- Erros sistemáticos ou instrumentais: são erros causados pela imprecisão dos instrumentos.
- Erros causais ou acidentais: são causados imprecisão do observador ou leitor.

Desvios das medidas provocadas por erros:

- Desvio relativo: é a relação entre o erro ΔL e o valor médio da grandeza medida L , expresso na função $D = \frac{\Delta L}{L}$
- Desvio percentual: é a relação entre o erro ΔL e o valor médio da grandeza medida L , expresso na função e multiplicada por 100 $D = \frac{\Delta L}{L} \times 100\%$
- Erros estatísticos: é a soma da relação de todos os valores médios das medidas realizadas (L_i) dividida pelo número de medidas (N) $D = \sum \frac{L_i}{N}$. E o desvio da i -ésima medida é a diferença entre a medida realizada e a média calculada expressa por $D = L_i - \bar{L}$

4. Procedimentos Experimentais.

4.1 Meça o comprimento das arestas de um bloco de alumínio usando a régua.

| | Usando a Régua |
|-------------|----------------|
| Lado 1 (L1) | |
| Lado 2 (L2) | |
| Lado 3 (L3) | |

4.2 Meça o comprimento das arestas do bloco de alumínio usando a trena.

| | Usando a Trena |
|-------------|----------------|
| Lado 1 (L1) | |
| Lado 2 (L2) | |
| Lado 3 (L3) | |

4.3 Meça o comprimento das arestas do bloco de alumínio usando o paquímetro.

| | Usando o Paquímetro |
|-------------|---------------------|
| Lado 1 (L1) | |
| Lado 2 (L2) | |
| Lado 3 (L3) | |

4.4 Calcule o desvio relativo (D_i) entre as medidas com régua e trena, régua e paquímetro e trena e paquímetro.

| | D_{rt} | D_{rp} | D_{tp} |
|-----------------------|----------|----------|----------|
| Desvio relativo (DL1) | | | |
| Desvio relativo (DL2) | | | |
| Desvio relativo (DL3) | | | |

4.5 Calcule o desvio percentual (D_i) entre as medidas com régua e trena, régua e paquímetro e trena e paquímetro.

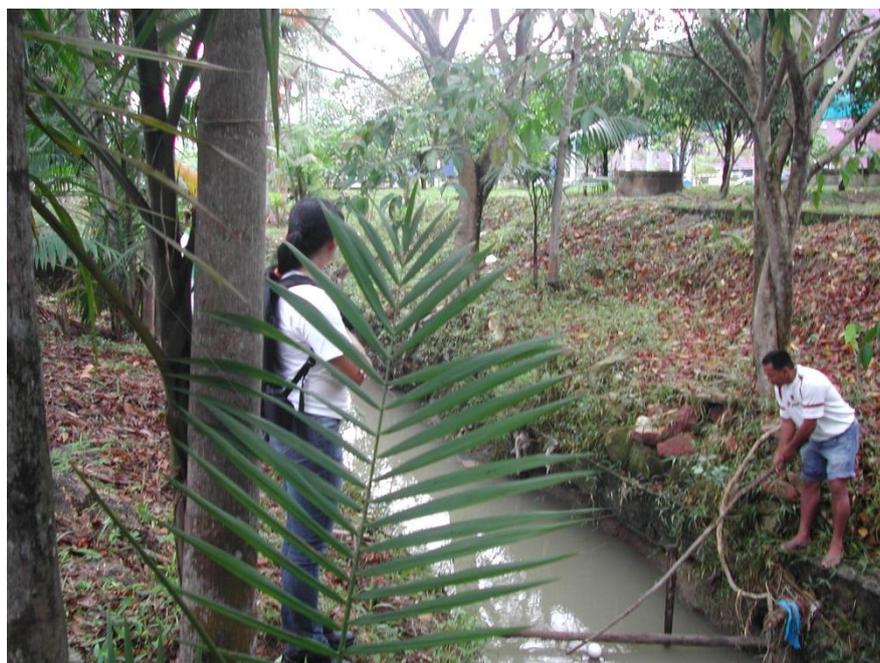


FIGURA 5 : Experimentação – Estudo do Movimento

FONTE: SOUZA 2010

| | $D_{rt\%}$ | $D_{rp\%}$ | $D_{tp\%}$ |
|-------------------------|------------|------------|------------|
| Desvio percentual (DL1) | | | |
| Desvio percentual (DL2) | | | |

| | | | |
|-------------------------|--|--|--|
| Desvio percentual (DL3) | | | |
|-------------------------|--|--|--|

4.6 Qual é o erro de cada medida de comprimento utilizando os diferentes instrumentos?

4.7 Escreva com suas palavras e explique porque as medidas de comprimento utilizando os diferentes instrumentos são diferentes.

4.8 Meça a massa de três blocos de alumínio usando a balança.

| | | | |
|-----------|--------|--------|--------|
| | Bloco1 | Bloco2 | Bloco3 |
| Massa (m) | | | |

4.9 Calcule o desvio relativo (D_m) da massa de cada bloco.

| | | | |
|-----------|--------|--------|--------|
| | Bloco1 | Bloco2 | Bloco3 |
| Massa (m) | | | |

4.10 Calcule o desvio percentual ($D_{m\%}$) da massa de cada bloco.

| | | | |
|-----------|--------|--------|--------|
| | Bloco1 | Bloco2 | Bloco3 |
| Massa (m) | | | |

4.11 Qual é o erro de cada medida de massa utilizando os diferentes blocos?

4.12 Escreva com suas palavras e explique porque as medidas de massa utilizando os diferentes blocos são diferentes.

4.13 Meça o tempo que três blocos de alumínio levam para completar uma volta no trilho de trem.

| | | | |
|-----------|--------|--------|--------|
| | Bloco1 | Bloco2 | Bloco3 |
| Tempo (t) | | | |

4.14 Calcule o desvio relativo (D_m) do tempo de cada bloco.

| | | | |
|-----------|--------|--------|--------|
| | Bloco1 | Bloco2 | Bloco3 |
| Tempo (t) | | | |

4.15 Calcule o desvio percentual ($D_{m\%}$) da massa de cada bloco.

| | Bloco1 | Bloco2 | Bloco3 |
|-----------|--------|--------|--------|
| Tempo (t) | | | |

4.16 Qual é o erro de cada medida de tempo utilizando os diferentes blocos?

4.17 Escreva com suas palavras e explique porque as medidas de tempo utilizando os diferentes blocos são diferentes.

4.18 É possível medir o tempo sem alterar o espaço? Por quê?

4.19 É possível medir o espaço sem alterar o tempo? Por quê?

4.2 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE DEMONSTRAÇÕES ABERTAS

É uma atividade de demonstração, onde podem ser ilustrados aspectos dos fenômenos físicos abordados, tornando-os de alguma forma perceptíveis e com possibilidade de propiciar aos estudantes a elaboração de representações concretas referenciadas.

A finalidade dessa modalidade de experimentação na proposta, é ilustrar e tornar menos abstrato o conceito de Movimento, através do experimento, torna-se fácil e agradável o seu aprendizado, nesse momento o professor deve instigar a participação dos alunos, procurando trabalhar para que o mesmo aprenda efetivamente o conceito estudado, desenvolvendo assim novas habilidades e posturas.

A compreensão de um fenômeno através de uma demonstração pode permitir aos alunos compreenderem o funcionamento de outros equipamentos e generalizar o comportamento dos sistemas observados para outras situações em que estes mesmos fenômenos estejam presentes. (ARAÚJO E ABIB, 2003)

Ao final da experiência de demonstração o professor deve levar os alunos a reflexão para que seja ampliada a eficiência do processo de aprendizagem onde os mesmos devem analisar as variáveis e discutir o modelo do fenômeno observado.

LABORATÓRIO 2 - MOVIMENTO UNIFORME

1. Objetivo.

- Conhecer a importância do referencial para o movimento.
- Conhecer as condições para que o movimento de um corpo seja uniforme.
- Medir o espaço, o tempo e a velocidade de um corpo em movimento.
- Fazer uma tabela com os dados medidos.
- Fazer um gráfico a partir da tabela de dados.
- Conhecer a aplicação da trigonometria para modelagem da função matemática que descreve o movimento uniforme
- Discutir a utilidade da prática do movimento uniforme aplicados à engenharia.

2. Materiais.

- Toalha de cor preta.
- Luvas de cor preta e branca.
- Trem de brinquedo.
- Massas 10g, 50g, 70g e 100g.
- Cronometro analógico.
- Trena.

3. Teoria.

Referencial:

Chamamos de referencial o fundo da paisagem que se observa, na frente da qual um corpo de prova efetuara o movimento. Se não há referencial, não há como afirmar que um corpo está em movimento.

Posição ou Espaço (S):

Chamamos de posição ou espaço (S) a distância percorrida por um corpo de prova de uma posição inicial até a posição final em relação ao referencial adotado.

Deslocamento Escalar (ΔS):

Definimos o deslocamento escalar de um corpo de prova como a variação da posição inicial até a final no intervalo de tempo medido, que pode ser expresso por:

$$\Delta S = S_f - S_i$$

Onde: S_f é a posição final do deslocamento no instante t_1 e S_i é a posição inicial do deslocamento no instante t_0 . No Sistema Internacional de Unidades (SI), o deslocamento é medido em metros (m).

Função Horária do Espaço (S):

$$S = S_0 + V \cdot t$$

Onde: S_0 é a posição inicial do deslocamento no instante t_0 e V é a velocidade do corpo de prova. No Sistema Internacional de Unidades (SI), o tempo é medido em segundos (s) e a velocidade é medida em metros por segundos (m/s).

Velocidade Escalar Média (Vem):

A velocidade escalar média mede a rapidez com o corpo de prova se desloca da posição em relação ao tempo (t) e pode ser expresso por:

$$Vem = \frac{S}{\Delta t} = \frac{S}{t_2 - t_1}$$

Velocidade Média (Vm):

A velocidade escalar média mede a rapidez com o corpo de prova se desloca da posição inicial (S_i) até a final (S_f) em relação ao tempo (t) e pode ser expresso por:

$$Vm = \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{S_f - S_i}{t_2 - t_1}$$

4. Procedimentos Experimentais.

- a. Meça o deslocamento que o trem realizou com trena e o tempo com cronometro.

| Deslocamento S (m) | Tempo t (s) |
|--------------------|-------------|
| $X_0 =$ | $t_0 =$ |
| $X_1 =$ | $t_1 =$ |
| $X_2 =$ | $t_2 =$ |

| | |
|--------|--------|
| $X_3=$ | $t_3=$ |
| $X_4=$ | $t_4=$ |
| $X_5=$ | $t_5=$ |
| $X_6=$ | $t_6=$ |
| $X_7=$ | $t_7=$ |
| $X_8=$ | $t_8=$ |
| $X_9=$ | $t_9=$ |

- b. Calcule o deslocamento, o tempo e a velocidade média com cronometro.

| Deslocamento ΔS (m) | Tempo Δt (s) | Velocidade Média V_m (m/s) |
|-----------------------------|----------------------|------------------------------|
| $\Delta X_0 = X_9 - X_0$ | $t_0 = t_9 - t_0$ | $V_{m_0} = \Delta X_0 / t_0$ |
| $\Delta X_1 = X_1 - X_0$ | $t_1 = t_1 - t_0$ | $V_{m_1} = \Delta X_1 / t_1$ |
| $\Delta X_2 = X_2 - X_0$ | $t_2 = t_2 - t_0$ | $V_{m_2} = \Delta X_2 / t_2$ |
| $\Delta X_3 = X_3 - X_0$ | $t_3 = t_3 - t_0$ | $V_{m_3} = \Delta X_3 / t_3$ |
| $\Delta X_4 = X_4 - X_0$ | $t_4 = t_4 - t_0$ | $V_{m_4} = \Delta X_4 / t_4$ |
| $\Delta X_5 = X_5 - X_0$ | $t_5 = t_5 - t_0$ | $V_{m_5} = \Delta X_5 / t_5$ |
| $\Delta X_6 = X_6 - X_0$ | $t_6 = t_6 - t_0$ | $V_{m_6} = \Delta X_6 / t_6$ |
| $\Delta X_7 = X_7 - X_0$ | $t_7 = t_7 - t_0$ | $V_{m_7} = \Delta X_7 / t_7$ |
| $\Delta X_8 = X_8 - X_0$ | $t_8 = t_8 - t_0$ | $V_{m_8} = \Delta X_8 / t_8$ |

- c. Com base na tabela do item 4.1, faça o gráfico do deslocamento (S) em relação ao tempo (t).
- d. Compare a função horária do espaço com a função do primeiro grau. Com que relação trigonométrica se iguala a velocidade?
- e. A partir do gráfico do item 4.3, encontre a função horária do movimento.
- f. O movimento é uniforme? Justifique.



FIGURA 6. Estudo do Movimento – TREM
Fonte: SOUZA 2010

4.3 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS EM LABORATÓRIO NÃO ESTRUTURADO

O Laboratório Não Estruturado (LNE) permite uma abordagem que privilegia os aspectos qualitativos envolvidos no processo, com destaque para os aspectos da natureza conceitual, que podem ser relacionados com a verificação de conceitos espontâneos, teste de hipóteses e mudança conceitual. (VENTURA E NASCIMENTO, 1992)

Nesse tipo de atividade são apenas introduzidos os conceitos e os objetivos da experiência, os roteiros são abertos às questões problematizadas, levando o aluno a pesquisa e elaboração da atividade experimental.

Segundo Araújo e Abib (2003), ao empregar essa metodologia, possibilitamos aos alunos buscarem por si mesmos as respostas e soluções para os problemas apresentados, uma vez que essas atividades experimentais podem ser desenvolvidas baseadas na utilização de questões problematizadoras.

As atividades experimentais que tomam por base propostas de LNE podem exigir dos estudantes um tempo maior de estudo, uma vez que as etapas de execução, análise e conclusões demandam um grande envolvimento, propiciando assim um melhor entendimento dos fenômenos físicos estudados. (VILANI E CARVALHO, 1993)

Empregando-se a experimentação por LNE verifica-se que há uma maior eficiência quanto a ocorrência de mudança conceitual nos estudantes e, conseqüentemente, maior facilidade de aprendizagem de conceitos científicos quando se utiliza um ensino experimental baseado em uma abordagem que explora este tipo de atividade em comparação com o ensino tradicional. (BARBOSA (1999), citado por ARAÚJO E ABIB, 2003).



FIGURA 7. Estudo do Movimento
FONTE: SOUZA, 2010

LABORATÓRIO 3 - LANÇAMENTO DE PROJÉTIL

1. Objetivo.

- Desenvolver a criatividade na construção de projetos.
- Fazer um projeto de construção da catapulta baseada na Figura 8.
- Construir uma catapulta para lançar projéteis.
- Determinar o alcance horizontal de um lançamento de projétil da catapulta usando de bolas de gude.
- Verificar se a massa do projétil interfere na distância horizontal alcançada.
- Verificar se o ângulo de lançamento do projétil interfere na distância horizontal alcançada.

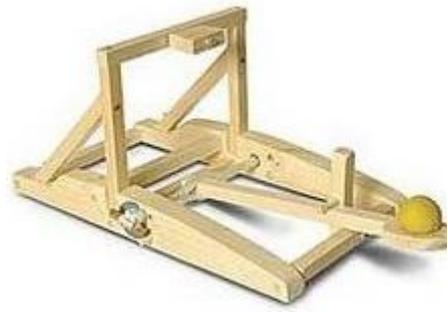


Figura 8. Modelo genérico da catapulta com elástico.



FIGURA 9. Construção da Catapulta
FONTE: SOUZA 2010

2. Materiais.

- Madeira e pregos.
- Transferidor.
- Tiras de borracha elástica.
- Bolas de gude com 5,0 cm, 7,0 cm, 10,0 cm e 15,0 cm de diâmetro.
- Recipiente de plástico com 20 cm² (cheio de areia).
- Um ventilador.

3. Teoria.

O lançamento de projétil é considerado, na física, um caso especial do movimento bidimensional, onde uma partícula se move em um plano verticalmente para cima com velocidade inicial \vec{v}_0 , mas a sua aceleração é constante e igual a da gravidade $\vec{g} = 9,8 \text{ m/s}^2$. A essa partícula lançada denominamos de **projétil** (isso significa que é lançada ou arremessada). O seu movimento é chamado **de movimento balístico**.

4. Procedimentos Experimentais.

a. Considere que todas as equações para o movimento com aceleração constante são válidas para o movimento balístico. A partir dessas equações deduza todas as equações necessárias para o movimento balístico como:

- Equação para o lançamento vertical.
- Equação para determinar a trajetória.
- Equação para determinar o alcance horizontal.

b. Faça cinco lançamentos para cada bola. Marque o local onde a bola caiu e com um compasso desenhe um círculo que envolva o local onde a bola caiu. O raio desses círculos mede a imprecisão máxima do lançamento. Quanto menor o raio maior precisão terá o lançamento.

| Bola de 5,0 cm | 1º lançamento | 2º lançamento | 3º lançamento | 4º lançamento | 5º lançamento | Média |
|------------------------|---------------|---------------|-----------------------|---------------|---------------|-------|
| Alcance Horizontal | | | | | | |
| Valor Médio do Alcance | | | Imprecisão do Alcance | | | |
| | | | | | | |



FIGURA 10. Lançamento com a Catapulta
FONTE: SOUZA 2010



FIGURA 11. Lançamento de Projéteis
FONTE: SOUZA 2010

- c. Utilize uma trena para medir a altura em que cada bola abandona a catapulta. Utilize a equação $S_y = \frac{g \cdot t^2}{2}$ e encontre o tempo de queda da esfera.

| S_y Altura (m) | Tempo (s) |
|------------------|-----------|
| | |

- d. Calcule a velocidade inicial (horizontal) do lançamento de cada bola utilizando a equação $V_x = \frac{\Delta S_x}{\Delta t}$.

| ΔS_x | Δt | $V_x = \Delta S_x / \Delta t$ |
|--------------|------------|-------------------------------|
| | | |

- e. Calcule a trajetória para cada bola a partir da equação $y = (\text{tang } \theta_0)x - \frac{g \cdot x^2}{2(v_0 \cos \theta_0)^2}$. Compare os cálculos com os resultados alcançados nos lançamentos.

| Y (m) observado nos lançamentos | Y (m) calculado |
|---------------------------------|-----------------|
| | |

- f. Qual sua conclusão dos resultados para Y observados e calculados?
- g. Calcule o alcance horizontal para cada bola a partir da equação $R = \frac{v_0}{g} \text{sen}(2\theta_0)$. Compare os cálculos com os resultados alcançados nos lançamentos.

| R (m) observado nos lançamentos | R (m) calculado |
|---------------------------------|-----------------|
| | |

- h. Qual sua conclusão dos resultados para R observados e calculados?
- i. A partir dos resultados obtidos e calculados você acha possível construir uma catapulta com precisão de 100% de acertos nos lançamentos.
- j. Quais problemas de engenharia você acha que causam a imprecisão nos lançamentos?
- k. É possível resolver os problemas encontrados somente com os conhecimentos adquiridos na disciplina de Física I?
- l. Onde você acha que esses conhecimentos podem ser úteis na engenharia?

LABORATÓRIO 4 - FORÇA ELÁSTICA

1. Objetivo.

- Desenvolver a criatividade na construção de projetos.
- Fazer um projeto de construção de um medidor da força elástica conforme a Figura 1.
- Determinar a constante elástica da mola.
- Elaborar a tabela de dados experimentais.
- Fazer o gráfico da força elástica em função da elongação.
- Verificar a associação de molas em série e em paralelo.

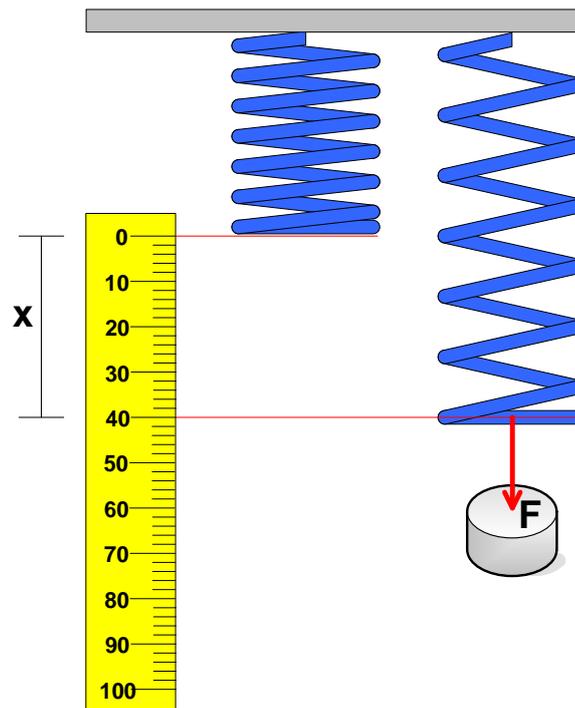


Figura 11. Modelo genérico da plataforma de molas.

2. Materiais.

- Madeira e pregos.
- Três molas.
- Régua.
- 5 Pesos de chumbo com 100g cada.

3. Teoria.

Força elástica é a força exercida pela mola. Quando essa mola é alongada por ação de uma força (F) ela se deforma. Medimos essa deformação \vec{x} , que é proporcional a força aplicada (F). A característica da mola é que cessada a força deformadora, ela volta a posição inicial. Por isso, dizemos que a mola tem uma força restauradora ou **força elástica**, que é expressa pela seguinte função $\vec{F} = -Kx$. Onde K é a constante da mola, que depende do material e x é a alongação.

4. Procedimentos Experimentais.

- a. Monte o conjunto conforme a Figura 11. Posicione a régua com a mola no estado inicial sem alongação. Depois coloque o primeiro peso e meça a alongação (x).

| | Peso 1 | Peso 2 | Peso 3 | Peso 4 | Peso 5 |
|-------|------------|------------|------------|------------|------------|
| X (m) | | | | | |
| K | $-K=P1/X1$ | $-K=P2/X2$ | $-K=P3/X3$ | $-K=P4/X4$ | $-K=P5/X5$ |

- b. Faça o gráfico de F em função de x para cada peso.
- c. Coloque duas molas conectadas em série e repita os procedimentos dos itens 4.1 e 4.2.



FIGURA 13. Força Elástica

FONTE: SOUZA 2010

- d. Coloque duas molas conectadas em paralelo e repita os procedimentos dos itens 4.1 e 4.2.
- e. Qual a relação entre o valor obtido de K no primeiro experimento e no segundo? Explique.

- f. Qual a relação entre o valor obtido de K no primeiro experimento e no terceiro? Explique.



FIGURA 14. Força Elástica

FONTE: SOUZA 2010

- g. Qual a relação entre o valor obtido de K no segundo experimento e no terceiro? Explique.

Onde você acha que esses conhecimentos podem ser úteis na engenharia

4.4 RELATÓRIO DA ATIVIDADE EXPERIMENTAL

O Relatório da Atividade Experimental, como complemento do processo pedagógico, é preferencialmente uma produção individual de cada aluno. Deve seguir o modelo abaixo. É aconselhável, no entanto, que, durante a sua elaboração, seja discutido em pequenos grupos. Desta forma, com a participação e contribuição de diversos estudantes, haverá o enriquecimento do relatório, o que poderá tornar o processo de elaboração, com tal interação, um momento significativo de aprendizagem.

Os objetivos deste momento da proposta são:

- ✚ Possibilitar momentos de reflexão, sistematização e exercício da pesquisa.
- ✚ Desenvolver o exercício da escrita e a introjeção da linguagem da Física.

Durante a elaboração do relatório, o aluno retoma ideias e informações produzidas no contexto da experimentação e, mediante o uso da linguagem específica da Física, sistematiza, constrói modelos, atribui significados e, ainda estabelece relações com situações do cotidiano. O aluno além de utilizar-se dos conceitos e representações veiculados e reconstruídos durante diversos momentos de operacionalização da proposta busca em outras fontes, como livros, revistas, internet. Assim, este momento de produção intelectual e de convívio com os princípios da ciência, é propício também para o aluno avançar em suas concepções conceituais como continuidade e complemento do processo de ensino aprendizagem.

Geralmente na disciplina de Física se escreve pouco. Quando o aluno é desafiado a escrever, na maioria das vezes apresenta dificuldades em elaborar um texto coerente em termos de ideias sobre um tema específico, por isso, é importante

que o aluno perceba que quando escreve, reorganiza os conceitos físicos e as experiências desenvolvidas. Que esse processo requer dele o uso das diferentes formas de expressão da Física e a revelação de que se apropriou dos conceitos e da nomenclatura desta ciência. (BONADIMAN E NONENMACHER, 2007).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Ensino de Física é muito importante para o curso de Engenharia, e como verificamos através da pesquisa sua metodologia na maioria ainda é tradicional, de forma que seus professores devem ser orientados metodologicamente a trabalhar seus conceitos em sala de aula.

Baseado neste pensamento, a construção dessa pesquisa teve como objetivo geral analisar o efeito de uma metodologia inovadora aplicada na disciplina de Física I em uma turma de Engenharia da Universidade Nilton Lins.

Este trabalho pode ser sugerido para ser aplicado nas Universidade do Amazonas, porém a sua proposta esta direcionada para a Universidade Nilton Lins e a Universidade do Estado do Amazonas, que apoiaram o desenvolvimento dessa pesquisa.

Outras pesquisas relacionadas com esta temática poderão acrescentar a este trabalho para um melhor entendimento da questão do Ensino da Física na Amazônia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É fato que o ensino tradicional prioriza a teoria e exercícios de Física em sala de aula, mas não dá a devida importância à prática no laboratório. É claro, que isso não acontece em todos os estabelecimentos de ensino na Amazônia, mas é quase unanimidade como foi visto ao longo deste trabalho. Isso tem prejudicado os resultados na aprendizagem, mas não é apenas esse fator isolado o vilão e sim todo o processo organizacional. Por exemplo, constatamos que, mesmo a teoria e prática ministradas corretamente, há ainda a necessidade que a interdisciplinaridade funcione, ou seja, que os professores das disciplinas profissionalizantes coloquem em prática os ensinamentos da Física aplicada às tecnologias de engenharia, com objetivo de consolidar a importância do conteúdo aprendido na disciplina de Física, se não, cria-se o preconceito de que o conhecimento da Física é desnecessário, como afirmaram vários estudantes durante o processo de intervenção.

A pesquisa apresentada pretendeu alterar o aprendizado dos estudantes de um Curso de Superior de Engenharia, aumentando seu interesse e potencializando sua aprendizagem. Através da reestruturação do plano de ensino aplicamos uma proposta para o ensino da Física, num contexto de resgate do saber do aluno, utilizando a resolução de problemas, atividades experimentais, sempre relacionando com a Engenharia e o cotidiano dos alunos. Considerando as evidências podemos afirmar que a proposta metodológica utilizada de Física I, conseguiu alterar essa percepção nos estudantes levando a uma aprendizagem significativa. Com isso conseguimos validar nossa hipótese e nossos objetivos foram alcançados.

Os resultados deste trabalho confirmaram que novas estratégias do ensino-aprendizagem produzem excelentes resultados e agora nos permite responder as dúvidas apresentadas no início deste trabalho:

- Como obter melhor resultado no ensino da Física?

Melhorando o equilíbrio entre a prática e a teoria e buscando o conhecimento que o estudante tem de ciências e física como a base para novos ensinamentos se o conhecimento for pouco, então os professores devem buscar um método de revisão aliado aos novos conhecimentos para criar o subsunção e só então adicionar os novos conceitos a serem aprendidos.

- Que estratégias de ensino poderiam ser utilizadas para estimular os alunos a gostarem e aprenderem Física?

Sugerimos utilizar a resolução de problemas, relacionando a Engenharia e o cotidiano dos alunos, a fim de despertar neles o interesse pela disciplina e desmitificar a Física, como sendo uma disciplina sem contexto e difícil. Ainda através de atividades experimentais no laboratório de Física os alunos devem seguir um roteiro pré-estabelecido, fazendo observações, coleta, interpretações.

- Qual o papel interdisciplinar do professor entre a Física e as disciplinas profissionais da engenharia?

O papel principal do professor de física é formar os subsunções para que o professor das disciplinas profissionalizantes tenha a base para seu trabalho. Para isso é importante que o professor de Física trabalhe integrado com outros professores do ensino profissionalizante visando identificar os subsunções adquiridos durante o semestre.

- Em quais parâmetros curriculares da formação do engenheiro deveriam ser focada a metodologia educacional?

As DCNs nos orientam que devemos trabalhar o perfil do egresso de modo que aluno tenha uma sólida formação técnica científica e profissional geral que o capacite a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e

culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.

- Qual a importância do ensino da Física para a Engenharia?

A Física é um dos alicerces da Engenharia e conforme verificamos durante a pesquisa ela atua na formação básica do Engenheiro. Quando o estudante aprende Física fica alicerçado para receber os conhecimentos profissionalizantes. Constatamos que pela falta de subsunções necessários ao aprendizado de física, o aluno acumula apagões de habilidades para o pensamento abstrato e fogem da Engenharia por que não consegue aprender Matemática e Física.

Concluimos assim, que a proposta, utilizando uma metodologia inovadora produziu um bom resultado. Isso é um indicativo que para haver mudanças podemos usar esse caminho.

REFERÊNCIAS

ALCANTARA FILHO, J. O Ensino de Ciências e a Necessária Relação Interdisciplinar entre Física e Matemática. Dissertação de Mestrado. Manaus. 2008.

ANGOTTI et al. Educação em física: discutindo ciência, tecnologia e sociedade. Revista Ciência & Educação. Bauru, SP. v.7, n.2, 2001.

ARAÚJO, M. S. T., ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. Revista Brasileira de Ensino de Física. São Paulo v.25, n.2, abr.- jun. 2003.

ARRUDA, S. M. et. al. Da Aprendizagem Significativa à Aprendizagem Satisfatória na Educação em Ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, vol.21, n.2, 2004.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana , 1982.

BARBOSA, J. O., PAULO, S. R.; RINALDI, C. "Investigação do papel da experimentação na construção de conceitos em eletricidade no ensino médio". Caderno Catarinense de Ensino de Física., . 1999.

BONADIMAN, H. e NONENMACHER, S.E.B. O Gostar e o Aprender no Ensino de Física. Caderno Brasileiro do Ensino de Física. V.24, n.2, 2007.

BRASIL. CNE/CES 11, de 11 de março de 2002, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Ministério da Educação, Brasília, 2002. Disponível em <<http://www.abepro.org.br>>. Acesso em 06/06/2011.

CACHAPUZ, António [*et al.*]. A Necessária Renovação do Ensino das Ciências. São Paulo: Cortez, 2005.

CAMPBELL, D. T. e FISKE, D. Convergent and discriminant validation by the multitrait-multimethod matrix. Psychological Bulletin. 1959.

CARDOSO, D.C., SIQUEIRA NETO, A.P., TAKAHASHI, E.K. Estratégias de Resolução de Problemas como Estímulo ao Desenvolvimento de Capacidades Metacognitivas na Aprendizagem de Física. XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física. Vitória, 2009.

CARVALHO NETO, C. S. Espaços Ciberarquitetônicos e a Integração de Mídias, por meio de Técnicas Derivadas de Tecnologias Dedicadas à Educação. Dissertação de Mestrado. Florianópolis, 2006.

CAPPELLETTO, E. e MOREIRA, M.A. Diagramas Vê Conectando Teoria e Experimentação em Física Geral. XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Águas de Lindóia, 2010.

CAVALCANTE, M.A., BONIZZIA, A., GOMES, L.C.P. Aquisição de Dados em Laboratórios de Física: Um método simples, fácil e de baixo custo para experimentos em Mecânica. Revista Brasileira de Ensino de Física, V.30, n.2, 2008.

COSTA, S.S.C. e MOREIRA, M.A. Resolução de problemas III: Fatores que influenciam na resolução de problemas em sala de aula. Investigação em Ensino de Ciências., 2 (2), 1997.

COSTA, S. S. C.; MOREIRA, M. A. A resolução de problemas como um tipo especial de aprendizagem significativa. Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Peniche, 2000, p. 243-252. Disponível em: <www.periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewPDFInterstitial/6663/6134> Acesso em 17/06/2011.

CRESWELL, J.W. Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Artmed. Porto Alegre. 2010.

CRUZ, G.K., SILVA, S.L.R., IAROZ, K.C. Pensando uma Metodologia para o Ensino de Física. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. 2005.

ECHEVERRÍA, M.P.P. e POZO, J.I. Aprender a resolver problemas e resolver problemas para aprender. Em: Pozo, J.I. (Ed.). A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artmed. 1998.

EMETERIO, D. e ALVES, M.R., Práticas de Física para Engenharias. Editora Átomo. São Paulo. 2008.

FERREIRA, N. S. de A. As Pesquisas denominadas “Estado da Arte”. Educação & Sociedade, ano XXIII, nº 79, 2002.

FERREIRA, L.H., HARTWIG, D.R. e FRANCISCO JÚNIOR, W.E. A dinâmica de resolução de problemas: analisando episódios em sala de aula. Ciência e Cognição. Vol 13, 2008.

GASPAR, A. Experiências de Ciências para o ensino fundamental. São Paulo: Ática, 2003.

GIL PÉREZ, D., Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. Enseñanza de las Ciencias, 1993.

GOI, M.E. e SANTOS, F.M.T. Reações de Combustão e Impacto Ambiental por meio de Resolução de Problemas e Atividades Experimentais. Química Nova na Escola. Vol. 31, Nº 3, 2009.

GONZÁLEZ, E.M. ¿Qué hay que renovar en los trabajos prácticos? Enseñanza de las Ciencias, v. 10, n. 2, 1992.

GUEDES, A.M., Tipos de desenhos de investigação (experimentais, quase-experimentais e não experimentais. <http://www.investigalog.com/investigacion>. Acessado em 03.02.2011.

GUIMARÃES, V.L., SILVA, D.L., CORREA FILHO, J.A., FERNANDES, A.L., Metodologia de Skinner no Laboratório de Física Experimental para o Ensino Médio. XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física. Manaus, 2011.

GURGEL, I. A imaginação científica como componente do entendimento: subsídios para o ensino de física. Dissertação de Mestrado. São Paulo. 2006.

GURGEL, I. e PIETROCOLA, M. A Imaginação Científica: A Construção do Conhecimento sob o Olhar de Albert Einstein. In: Atas do V Encontro de História e Filosofia da Ciência da AFHIC, Florianópolis, 2006.

HALLIDAY, D., RESNICK, R., WALKER, J. Fundamentos de Física. Mecânica. Volume 1. LTC. Rio de Janeiro. 2009.

KALHIL, J.B. Estrategia pedagógica para el desarrollo de habilidades investigativas en la disciplina física de ciencias técnicas. Tese de Doutorado. (Doutorado em Ciências Pedagógicas). Universidad de La Habana. Centro de Estudios para el perfeccionamiento de la educación superior. Cuba. 2003.

KEPPEL, G. Design and analysts: A researcher`s handbook. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. São Paulo. 1991.

LAKATOS, E. A.; MARCONI, M. A. Fundamentos de metodologia científica. 4e, revista e ampliada, Editora Atlas, São Paulo, 2001.

LEVIN, J. Estatística Aplicada a Ciências Humanas. Editora Harbra. São Paulo. 2006.

MACHADO, V. Problemas geradores de discussões: uma proposta para a disciplina de física nos cursos de engenharia. Dissertação de Mestrado. Ponta Grossa. 2009.

MENEZES, A.P.S. História da Física aliada às Tecnologias de Informação e Comunicação: Organizador Prévio como uma estratégia facilitadora da Aprendizagem Significativa de Física na Educação Básica. Dissertação de Mestrado. Manaus. 2009.

MENEZES, P., e VAZ, A. A trajetória e o desenvolvimento de um grupo colaborativo de professores de Física na cidade de Sete Lagoas. Caderno Brasileiro de Ensino de Física. 2005.

MORIN, E. [et. al]. Educar na era planetária: o pensamento complexo como método de aprendizagem no erro e na incerteza humana. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2003.

MORIN, E. Os sete saberes necessários à educação do futuro. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2004

MOREIRA, M.A. Mapas conceituais e diagramas V. Porto Alegre: Ed. do autor, 2006.

_____ Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. Revista Brasileira de Ensino de Física. São Paulo, v.22, n.1, 2000.

_____ A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula. Brasília. Editora Universidade de Brasília, 2006.

_____ Teoria da aprendizagem. São Paulo. EPV. 1999.

_____ O que é realmente aprendizagem significativa? Porto Alegre. Ed. Do autor. 2010.

MOREIRA, M.A.; MASINI, E. F. S. Aprendizagem Significativa: A teoria de David Ausubel. Editora Moraes Ltda. 1982.

MOREIRA, M.A.; GONÇALVES, E. S. Laboratório Estruturado versus Não Estruturado: Um Estudo de caso Comparativo em um Curso Individualizado. Revista Brasileira de Física, vol. 10, 1980.

PHILLIPS, D.C e BURBULES, N.C. Post positivism and educational reserarch. Laham, NY: Rowman e Littlefield. 2008.

POSNER, G. J., STRIKE, K. A., HEWSON, P. W. e GERTZOG, W. A. An Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. In: Science & Education, vol.66, n.2, 1982.

PÓVOA, J. M.; BENTO, P. E. G. O Engenheiro, sua formação e o mundo do trabalho. Anais do XXXIII COBENGE. Campina Grande, 2005.

POZO, J.I. *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. Porto Alegre: Artmed. 1998.

ROSA, C. W e ROSA, A.B. Ensino de Física: tendências e desafios na prática docente. Revista Iberoamericana de Educação, N.42, 2007.

SALEM, S. y KAWAMURA, M. (2009). Pesquisa em Ensino de Física no Brasil: Diferentes olhares sobre o estado da arte. VIII CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS Disponível em <<http://ensciencias.uab.es>> Acesso em 07/06/2011.

SAMPIERI, R.H., COLLADO, C. F. e LUCIO, P. B. Metodologia da Pesquisa São Paulo. Editora Mc Graw – Hill, 2006.

SERTEK, P. Apagão de engenheiros no Brasil. Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura – Brasil, 2010.

SILVA, S. F.; BELTRAN NUNEZ, I. O ensino por problemas e trabalho experimental dos estudantes: reflexões teórico-metodológicas. Química Nova, São Paulo, v. 25, n. 6, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em 16 de junho de 2011.

SILVA, L. G. F., LOPES, R. L. S. U., SILVA, M.F. Aplicação do Interactive Physics na Avaliação da Aprendizagem nos Cursos de Engenharia da Fundação Universidade Federal de Rondônia. Porto Velho. 2010.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação, Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, Florianópolis, 2001.

SIMON, J. E. e FREUND, G. A. Estatística Aplicada a Economia, Administração e Contabilidade. São Paulo. Editora Bookman, 1997.

SOUSA, C.M.S.G., MOREIRA, M.A., MATHEUS, T.A.M., A Resolução de Situações Problemáticas Experimentais em Campos Conceituais da Física Geral. IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. 2004.

TERRAZZAN, E. A., ZAMBON, L.B. Atividades Didáticas Baseadas em Analogias numa Perspectiva de Resolução de Problemas. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2008.

TREFIL, J. e HAZEN, R.M., Física Viva: Uma Introdução a Física Conceitual. LTC. Rio de Janeiro. 2006.

VENTURA, P.C.S. e NASCIMENTO, S.S. Laboratório Não Estruturado: Uma Abordagem Experimental de Física. Caderno Catarinense de Ensino de Física, vol.9, n.1, 1992.

VILLANI, A. e CABRAL, T. Mudança Conceitual, Subjetividade e Psicanálise. In: Investigações em Ensino de Ciências, vol.2, n.1, 1997.

VILLANI, A. e CARVALHO, L. O. "Representações mentais e Experimentos Qualitativos". Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 4. 1993.

APENDICE 1 – PLANO DE ENSINO DA TURMA DE INTERVENÇÃO

Universidade Nilton Lins

Plano de Ensino 2010/2

| CURSO | PERÍODO | DISCIPLINA | Nº DE CRÉDITOS | CARGA HORÁRIA |
|-------------------------------|---------|------------|----------------|---------------|
| <i>Engenharia de Produção</i> | 2º | Física I | 6 | 120 |

PROFESSORA: Maud Rejane de Castro e Souza

EMENTA:

Sistemas de medida. Mecânica: movimento em uma dimensão; movimento em duas e três dimensões; as leis de Newton; trabalho e energia; sistemas de partículas e conservação do momento linear; rotação; Momento de Força,

Momento de inércia; Momento angular; conservação do momento angular; Equilíbrio estático de um corpo rígido; Gravitação universal.

PRÉ-REQUISITO(S): Cálculo Diferencial e Integral.

DISCIPLINA(S) SEQUÊNCIAL(AIS): Física II, Mecânica Geral.

MARCO REFERENCIAL DA DISCIPLINA

OBJETIVO DO CURSO

Criar e difundir inovações tecnológicas em Engenharia da Produção e áreas conexas;

Formar Engenheiros de Produção com competência em pesquisa científica e tecnológica

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(P&D);</p> <p>Favorecer a incorporação e consolidação da tecnologia contemporânea, promovendo a integração entre Universidade e Empresas;</p> <p>Contribuir para o melhoramento do nível tecnológico do setor produtivo, utilizando o tratamento científico e tecnológico na identificação e soluções de problemas empresariais;</p> <p>Assessorar entidades empresariais, sindicais, governamentais e não governamentais em áreas de competências da Engenharia da Produção.</p> |
| <p>PERFIL DO PROFISSIONAL</p> |
| <p>O profissional a ser formado será o Engenheiro da Produção. Este profissional estuda e define os métodos necessários para a melhor interação entre matérias primas, equipamentos e mão de obra, planejando, acompanhando e controlando o processo para otimizar a produtividade que envolva equipamentos e linhas de produção. Coordena a política de estoques e reposição de material. Atua como elo entre os departamentos administrativos e técnicos nas áreas de higiene e segurança do trabalho, bem como em programas de aumento de produtividade e controle de qualidade.</p> <p>Trabalhará em locais (empresas, instituições públicas e privadas, indústrias) cujo segmento econômico e de produção venha a requerer uma análise técnica e um acompanhamento mais aprofundado.</p> <p>Como função profissional alternativa, poderá atuar na qualidade de consultor técnico, docente universitário ou ainda, em áreas de recursos humanos.</p> <p>Habilidade em lidar com números, de pensar em função de planos e objetivos, de planejar, dirigir e gerenciar atividades são qualidades que auxiliam este profissional.</p> |
| <p>COMPETÊNCIAS E HABILIDADES</p> |
| <p>Operacionalização de problemas numéricos</p> <p>Compreensão relativa a conceitos de ordem de grandeza;</p> <p>Expressão e interpretação gráfica;</p> <p>Assimilação e sistematização de conhecimentos teóricos;</p> <p>Síntese, aliada à capacidade de compreensão e expressão em língua portuguesa;</p> <p>Obtenção e sistematização de informações;</p> <p>Construção de modelos matemáticos e físicos a partir de informações sistematizadas;</p> <p>Análise crítica dos modelos empregados no estudo das questões de Engenharias;</p> <p>Formulação e avaliação de problemas de Engenharia e concepção de soluções, com a necessária agilidade;</p> <p>Interpretação, elaboração e execução de projetos;</p> <p>Gerenciamento e operação de sistema de Engenharia.</p> |

| CARACTERIZAÇÃO DA DISCIPLINA | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A Física I explica as ideias fundamentais da física e sua ligação com a tecnologia e outras áreas da ciência. Essa disciplina estuda a Mecânica, que é o ramo da Física que estuda os fenômenos relacionados com movimentos dos corpos, como queda de um corpo, o movimento dos planetas, a colisão de dois automóveis, entre outros.. | | | |
| OBJETIVOS DA DISCIPLINA | | | |
| Objetivo Geral | | | |
| Analisar o quadro mecânico do Mundo | | | |
| Objetivos Específicos | | | |
| 1- Descrever o movimento de qualquer corpo utilizando o conceito da Física; | | | |
| 2-Resolver problemas teóricos e práticos onde estejam presentes todas as grandezas físicas; | | | |
| 3- Produzir, a partir da experimentação, idéias que reforcem a explicação dos fenômenos físicos estudados; | | | |
| 4- Elaborar relatórios relacionado com o trabalho experimental. | | | |
| 5- Desenvolver atitude científica crítica. | | | |
| Mês | Qtde de Aulas | Conteúdo Programático | Metodologia: Estratégias de aprendizagem e recursos |
| | | Introdução: Noções Gerais de Medidas de grandezas físicas: precisão, medida e Algarismos significativos; Objetivo da Mecânica Clássica. | Aulas expositivas dialogadas. Levantando questões para reflexão, possibilitando a fala do aluno sobre questões e situações relacionadas ao cotidiano dele. |
| | | Cinemática: Conceitos de referencial inercial e acelerado, posição de um corpo, deslocamento e velocidade (média e instantânea); Discussão de movimentos com velocidade constante; Representação Gráfica do deslocamento e da | Aulas expositivas dialogadas. Levantando questões para reflexão, possibilitando a fala do aluno sobre questões e situações relacionadas ao cotidiano dele. Textos explicativos, Priorizar a Física expressando tabelas, gráficos e |

| | | | |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | <p>velocidade; Propriedades Vetoriais; Unidades de medida. Galileu. Conceitos de inércia e aceleração; A relatividade do movimento;</p> <p>Aceleração da gravidade; Discussão de movimentos com aceleração constante e aceleração variável; Unidades de medida; Exemplos; Representação Gráfica do deslocamento, da velocidade e da aceleração. Aplicações. Queda Livre, Lançamento Horizontal e Lançamento Oblíquo próximo à superfície do planeta. Movimento circular: aceleração centrípeta e aceleração tangencial</p> | <p>equações matemáticas.</p> <p>Experimentação, pesquisas, visitas de estudo, leituras bibliográficas, confecção de equipamentos e realização de simulações virtuais.</p> <p>Experimentação: observação, coleta, interpretação de dados, levantamento e respostas de questionamentos, conclusões.</p> <p>Produzir, a partir das informações do contexto da experimentação, ideias que auxiliem na explicação de um determinado fenômeno físico</p> <p>Relatório das atividades no laboratório, possibilitando o exercício da escrita e a introjeção da linguagem física e de seus significados.</p> <p>Proposição de exercícios qualitativos e quantitativos com vistas a efetuar uma discussão dos princípios físicos estudados.</p> <p>Questões e problemas que possibilitem ao aluno explicitar e refletir sobre os fenômenos físicos através do uso das diversas formas de expressão utilizadas na Física.</p> <p>Socializar, organizar e sistematizar informações, ideias e saberes produzidos no contexto experimental</p> |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| | | |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>Dinâmica:</p> <p>Massa inercial e massa gravitacional; Unidades de medidas. A causa do Movimento: conceito de Força; Relação da força com a massa e a aceleração do corpo; Unidades de medida. Forças de ação e reação entre os corpos; Força resultante sobre um corpo; Aplicações com forças constantes: peso, normal de atrito; Os quatro tipos de forças na natureza: gravitacional, eletromagnética, nuclear fraca e nuclear forte; Discussão sobre forças variáveis no espaço e no tempo; Aplicações em sistemas mecânicos com forças constantes. Aplicações em sistemas mecânicos com forças constantes envolvendo a cinemática. Aplicações e exercícios sobre Força no movimento circular uniforme. Outras Aplicações do conceito de Força. Limitações da interpretação da Física Clássica para o movimento dos corpos.</p> <p>Trabalho e Energia</p> <p>Trabalho Mecânico: conceito e definição; Trabalho Mecânico realizado por força constante e por força variável no espaço; Aplicação: força elástica. Potência: conceito e definição; Aplicações. Conceito de Energia: alternativa para descrever o movimento dos corpos; Energia cinética: conceito e definição;</p> <p>Teorema Trabalho e Energia Cinética e suas limitações. Energia Cinética em colisões; Energia Potencial: conceito e definição; Energia Potencial e Forças conservativas; Aplicações Energia Mecânica:</p> | <p>Aulas expositivas dialogadas. Levantando questões para reflexão, possibilitando a fala do aluno sobre questões e situações relacionadas ao cotidiano dele.</p> <p>Textos explicativos, Priorizar a Física expressando tabelas, gráficos e equações matemáticas.</p> <p>Experimentação, pesquisas, visitas de estudo, leituras bibliográficas, confecção de equipamentos e realização de simulações virtuais.</p> <p>Proporcionar ao aluno situações favoráveis para explicitar suas concepções sobre o tema em estudo.</p> <p>Experimentação: observação, coleta, interpretação de dados, levantamento e respostas de questionamentos, conclusões.</p> <p>Relatório das atividades no laboratório, possibilitando o exercício da escrita e a introjeção da linguagem física e de seus significados.</p> <p>Proposição de exercícios qualitativos e quantitativos com vistas a efetuar uma discussão dos princípios físicos estudados.</p> <p>Questões e problemas que possibilitem ao aluno explicitar e refletir sobre os fenômenos físicos através do uso das diversas formas de</p> |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

| | | | |
|--|--|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | conceito e definição; Conservação da Energia Mecânica; Aplicações. | expressão utilizadas na Física. Proporcionar, ao aluno, condições para a construção de uma base conceitual que possibilite entender e explicar situações particulares de sua vivência. |
| | | . | |

APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO INICIAL

PREZADOS ESTUDANTES:

ESTE QUESTIONÁRIO É PARTE INTEGRANTE E FUNDAMENTAL DE UMA PEQUISA NO ENSINO DE FÍSICA, CUJO TEMA É: UM NOVO OLHAR NO ENSINO DE FÍSICA NOS CURSOS DE ENGENHARIA NA AMAZÔNIA. PRECISAMOS QUE VOCÊ SEJA O MAIS SINCERO POSSÍVEL, NÃO É NECESSÁRIO ESCREVER SEU NOME.

1- A Universidade que você estuda é:

- particular.
- pública.

2- Quantas aulas de Física sua universidade oferece por semana?

- 4 5 6

3- Há experimentos em suas aulas de Física?

- Sim.
- Não.

4- O seu nível de interesse pelas aulas de Física é:

- baixo.
- médio.
- alto.

5- Quando você estuda Física é por:

- necessidade de notas.
- curiosidade em entender como funcionam os sistemas do cotidiano que envolvem a Física.

6- Você é capaz de relacionar os assuntos de Física ao seu cotidiano?

- sim.
- não.

7- Você acha a Física importante para a sociedade?

- sim não Por quê?

8- Você tem dificuldades para aprender Física? Se sim, quais?

9- Quais assuntos você mais gosta em Física?

10- Como você gostaria que fossem ministradas as aulas de Física?

APÊNDICE 3 – QUESTIONÁRIO FINAL

PREZADOS ESTUDANTES:

ESTE QUESTIONÁRIO É PARTE INTEGRANTE E FUNDAMENTAL DE UMA PESQUISA NO ENSINO DE FÍSICA, CUJO TEMA É: UM NOVO OLHAR NO ENSINO DE FÍSICA NOS CURSOS DE ENGENHARIA NA AMAZÔNIA. PRECISAMOS QUE VOCÊ SEJA O MAIS SINCERO POSSÍVEL, NÃO É NECESSÁRIO ESCREVER SEU NOME.

Responda as questões relacionando a disciplina de Física:

1- Há experimentos em suas aulas de Física?

- Sim.
- Não.

2- A experimentação foi importante no processo ensino aprendizagem?

3- O seu nível de interesse pelas aulas de Física foi:

- baixo.
- médio.
- alto.

4- Você estuda Física é por:

- necessidade de notas.
- curiosidade em entender como funcionam os sistemas do cotidiano que envolvem a Física.

5- Você é capaz de relacionar os assuntos de Física ao seu cotidiano e entende a importância da física para a profissão do engenheiro?

6- Você acha a Física importante para a sociedade?

- sim não Por quê?

7- Você tem dificuldades para aprender Física? Se sim, quais?

8- Quais assuntos você mais gosta em Física?

9- Como você gostaria que fossem ministradas as aulas de Física?

10- Você se sentiu motivado para estudar a disciplina?

APENDICE 4 - ROTEIRO PARA ELABORAÇÃO DOS RELATÓRIOS

Responsável: autor
Curso de Engenharia
Universidade Nilton Lins
Av. Professor Nilton Lins, 3259
Parque das Laranjeiras - Manaus –Amazonas - Brasil
e-mail: o.responsavel@<seu_provedor>

RESUMO

Este é o resumo do relatório. O resumo deve ser objetivo, coerente e curto, com aproximadamente 100-150 palavras. Deve conter todas as informações necessárias para que um leitor tenha uma ideia clara do que foi feito e, principalmente, quais resultados foram obtidos. As dicas que se seguem explicam de maneira genérica como deve ser a formatação de um relatório em estilo artigo científico, tanto em nível de separação lógica de unidades de texto como em formatação de equações, figuras e tabelas. Como pode ser visto, o resumo é formatado em um parágrafo simples, com tamanho de letra ligeiramente menor que o do texto. Não se usa acrônimos ou abreviações no resumo. É obrigatório citar e discutir o valor medido das grandezas pertinentes como informação final do resumo, já que no caso desta disciplina as experiências possuem o objetivo de medir alguma grandeza física bem definida.

Introdução

A função da seção de introdução é discorrer um pouco sobre a história da experiência em questão (quando pertinente), discutir os fenômenos e princípios físicos envolvidos, assim como realizar qualquer manipulação de conceitos e apresentar equações que serão úteis durante a seção de análise e discussões (ou onde forem necessárias). Não há limite para o tamanho da seção, isso depende da complexidade dos conceitos e dos cálculos envolvidos.

Note que a partir desta seção o artigo está formatado em um padrão de duas colunas, o que é seguido pela grande parte das revistas científicas da nossa área. O tamanho de letra fica o mesmo até o final das conclusões.

Equações devem ser numeradas em forma sequencial (por todo o relatório, onde quer que apareçam) e o padrão é geralmente o seguinte:

$$x = x_0 + v \cdot t, \quad (1)$$

e note que elas fazem oficialmente parte das frases, de modo que devem ser pontuadas adequadamente. No caso de equações que terminem uma frase, a próxima sentença é escrita em novo parágrafo, algo como:

$$y = y_0 - vt. \quad (2)$$

Claro que aqui a preferência é do usuário. Pode-se tentar escrever equações simples como fiz acima, pode-se usar algum editor de equações do Word ou mesmo escanear e colar como figura. Só não esqueça a numeração sequencial e cite adequadamente, como por exemplo, ao comentar a eq. (1) ou fazer manipulações como isolar a velocidade v da eq.(2) e substituir em (1).

E, finalmente, evite a todo custo fazer “copiar e colar” de sites de internet. Em 90% dos casos, material provindo de internet sem uma cuidadosa leitura pode trazer inconsistências e, frequentemente, erros conceituais grosseiros. A internet é uma ótima ferramenta, mas deve ser utilizada com muito bom senso porque está cheia de lixo. Cuidado também com cópia de relatórios de amigos, ou coisas do tipo. Aproveite a oportunidade de reforçar a prática de escrever relatórios, vai ser uma boa revisão e você pode aprender bastante física e história da física se fizer sozinho. E jamais dê um “copiar e colar” na introdução do roteiro da experiência!

Como sempre nos baseamos em algo para escrever a introdução, as fontes devem ser corretamente referenciadas [1].

Este arquivo pode e deve ser usado como modelo para a confecção de seus relatórios, já que isto pode evitar perda de tempo gasto com formatação.

Procedimento experimental

Esta seção traz uma descrição do que foi realizado em laboratório. Descreva a montagem experimental utilizada, incluindo detalhes que possam parecer importantes para você. Descreva a sistemática de medidas empregada, como os dados foram obtidos. A ideia é que um leitor poderia reproduzir perfeitamente a experiência que foi realizada com base nas informações contidas nesta seção.

Peço encarecidamente que você descreva o que fez não o que era para ter sido feito. Saber com clareza quais foram seus passos é fundamental para compreender eventuais comportamentos estranhos de seus dados.

Resultados e discussão

Aqui são apresentados os dados obtidos (geralmente em tabelas), com suas respectivas imprecisões experimentais. Assim, é fundamental que durante a execução da prática você registre qual a precisão de cada instrumento, pois deverá levar em conta de maneira muito séria a eventual propagação de erros em cada um dos experimentos.

Dependendo do que for medido e do que for solicitado pelo roteiro, às vezes os dados são apresentados em tabelas e toma-se o valor médio da grandeza de interesse (obrigatoriamente deve ser incluído o desvio padrão e um comentário sobre a comparação do desvio padrão com as imprecisões experimentais das medidas); em outros casos a análise é mais complexa e será necessário fazer um ou mais gráficos para se obter as grandezas desejadas. Novamente, é necessário extrair dos gráficos valores através de ajustes lineares,

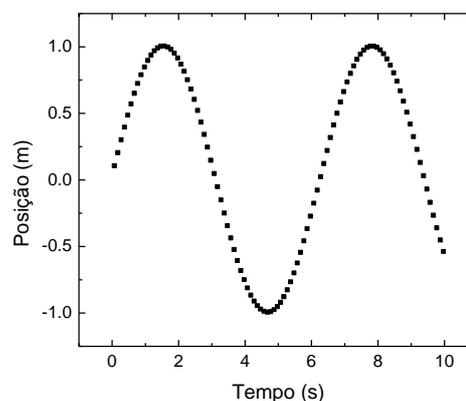


Figura 1: Posição da massa M atrelada a uma mola em função do tempo

exponenciais ou de outro tipo, e cada um dos parâmetros do ajuste possui uma incerteza associada devido à dispersão dos dados. Programas como o Origin já fazem esses ajustes e fornecem os parâmetros com suas respectivas incertezas de maneira automática. Devem ser informados e comparados com o que for apropriado.

As legendas das tabelas são sempre colocadas em cima das mesmas, e usaremos neste nosso formato uma divisão livre, um exemplo da qual pode ser visto na tabela I. Porém é costume de algumas revistas que as divisões sejam somente na horizontal, como pode ser visto na tabela II. A escolha é sua. O tamanho de letra das legendas (vale para figuras ou tabelas) deve ser um pouco menor que a letra do texto, para evitar confusão.

Tabela I: exemplo de divisão total, com margeamento horizontal e vertical. Note as incertezas experimentais e a propagação de erro, e o uso do número adequado de algarismos significativos.

| Posição (m) | Tempo (s) | Velocidade (m/s) |
|------------------------|-------------------|-----------------------------|
| 1.0 ± 0.1 | 11.0 ± 0.5 | 0.09 \pm 0.01 |
| 2.0 ± 0.1 | 20.0 ± 0.5 | 0.100 \pm 0.008 |
| 3.0 ± 0.1 | 29.5 ± 0.5 | 0.102 \pm 0.005 |
| 4.0 ± 0.1 | 40.5 ± 0.5 | 0.099 \pm 0.004 |

Tabela II: exemplo de divisão puramente horizontal, com linhas duplas para indicar início e final da tabela, nos moldes dos jornais da APS (Phys. Rev. e Phys. Rev. Lett.).

| Pos ição (m) | Tem po (s) | Velocid ade (m/s) |
|-----------------|---------------|----------------------|
| 1.0 ± 0.1 | 11.0 ± 0.5 | 0.09 ± 0.01 |
| 2.0 ± 0.1 | 20.0 ± 0.5 | 0.100 ± 0.008 |
| 3.0 ± 0.1 | 29.5 ± 0.5 | 0.102 ± 0.005 |
| 4.0 ± 0.1 | 40.5 ± 0.5 | 0.099 ± 0.004 |

As legendas das figuras são sempre colocadas abaixo das mesmas, e com tamanho de letra menor (vide o caso das tabelas). Coloque os nomes e unidades corretos para as grandezas de abcissa e de ordenada. Escolha tamanhos de letra que sejam visíveis quando a figura for inserida na coluna, e isso vale também para os valores das escalas. A numeração das figuras é sequencial, como sempre.

Uma vez apresentados os dados, vem a parte mais importante do relatório: o que fazer com esses dados! Cada experimento pede alguma coisa em particular. Às vezes um tratamento estatístico com médias e desvios-padrão, às vezes gráficos dos dados experimentais com ajustes teóricos segundo alguma expressão conhecida (ou mesmo ajustes lineares simples) para extrair alguma grandeza específica. Geralmente os gráficos facilitam ao leitor a visualização das tendências das medidas, e porque foi escolhido este ou aquele método de ajuste pode ser ali facilmente justificado. É imprescindível que os resultados obtidos sejam discutidos à luz do que era esperado. Se há determinação de alguma constante ou valor bem conhecido na literatura, a comparação deve ser feita. Aqui entra a importância das incertezas experimentais! Muitas vezes a medida pode apresentar valor mais alto ou mais baixo que o esperado, e a propagação de erros vai dizer se isto está de acordo

com as limitações dos equipamentos ou se há algum outro fator intrínseco que não foi levado em consideração e que poderia justificar a diferença de resultados. Veja que só uma boa descrição do experimento pode ajudar a localizar prováveis fontes de erros que poderiam justificar as eventuais diferenças encontradas após a análise de incertezas experimentais!

Conclusões

As conclusões devem abordar brevemente o experimento efetuado (não é “copy and paste” da introdução ou parte dela!) e se centrarem nos resultados obtidos, mas de maneira resumida. A que conclusões estes resultados levam? Como os resultados se comparam com os modelos teóricos existentes e/ou com os valores já conhecidos para as grandezas investigadas? Houve problemas na execução que poderiam responder por eventuais discrepâncias? Alguma sugestão de melhoria?

Referências

Referências devem ser listadas por ordem de citação no texto, no formato usual dos artigos científicos. Abaixo estão exemplos para citações de livros [1] e de artigos científicos em revistas especializadas [2]. Note o tamanho de letra semelhante aos das legendas de tabelas e figuras.

Modelo de Relatório adaptado da Universidade Estadual de Londrina.

[1] H. Moysés Nussenzveig, *Curso de Física Básica*, vol. 1 – Mecânica, 3^a ed. (Edgard Blücher, São Paulo, 1996), p. 1.

[2] J. Bardeen, L. N. Cooper, and J. R. Schrieffer, *Phys. Rev.* **106**, 162 (1957); id., *Phys. Rev.* **108**, 1175 (1957).

ANEXO 1 - ENADE DE ENGENHARIA - 2008

| | CURSO | NOME DA IES | MUNICÍPIO | Conceito ENADE |
|----|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------|-----------------------|
| 1 | ENGENHARIA SANITÁRIA | UNIVERSIDADE DA AMAZÔNIA | BELÉM | SC |
| 2 | ENGENHARIA DE PRODUÇÃO | CENTRO UNIVERSITÁRIO DO ESTADO DO PARÁ | BELÉM | SC |
| 3 | ENGENHARIA DE PRODUÇÃO | FACULDADE CATHEDRAL | BOA VISTA | SC |
| 4 | ENGENHARIA FLORESTAL | UNIVERSIDADE ESTADUAL DE RORAIMA | BOA VISTA | SC |
| 5 | ENGENHARIA DE PESCA | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ | BRAGANÇA | SC |
| 6 | ENGENHARIA FLORESTAL | UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE | SUL | SC |
| 7 | | UNIVERSIDADE DE CUIABÁ | CUIABÁ | SC |
| 8 | ENGENHARIA AMBIENTAL | UNIVERSIDADE DE CUIABÁ | CUIABÁ | SC |
| 9 | ENGENHARIA AMBIENTAL | UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS | HUMAITÁ | SC |
| 10 | ENGENHARIA DE ALIMENTOS | UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO | IMPERATRIZ | SC |
| 11 | ENGENHARIA DE PRODUÇÃO | UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS | ITACOATIARA | SC |
| 12 | ENGENHARIA AMBIENTAL | FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA | JI-PARANÁ | SC |
| 13 | ENGENHARIA DE ALIMENTOS | CENTRO UNIVERSITÁRIO PADRE ANCHIETA | JUNDIAÍ | SC |
| 14 | ENGENHARIA QUÍMICA E ENGENHARIA INDUSTRIAL QUÍMICA | CENTRO UNIVERSITÁRIO PADRE ANCHIETA | JUNDIAÍ | SC |
| 15 | ENGENHARIA CIVIL | CENTRO UNIVERSITÁRIO DO NORTE | MANAUS | SC |
| 16 | | CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE MANAUS | MANAUS | SC |
| 17 | ENGENHARIA DE PRODUÇÃO | CENTRO UNIVERSITÁRIO DO NORTE | MANAUS | SC |
| 18 | ENGENHARIA AMBIENTAL | CENTRO UNIVERSITÁRIO NILTON LINS | MANAUS | SC |
| 19 | ENGENHARIA AMBIENTAL | CENTRO UNIVERSITÁRIO DO NORTE | MANAUS | SC |
| 20 | ENGENHARIA AMBIENTAL | UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ | MARABÁ | SC |
| 21 | ENGENHARIA CIVIL | CENTRO UNIVERSITÁRIO CATÓLICO DO SUDOESTE DO PARANÁ | PALMAS | SC |
| 22 | ENGENHARIA AMBIENTAL | UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ | PARAGOMINAS | SC |
| 23 | ELETROTÉCNICA | FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDÔNIA | PORTO VELHO | SC |
| 24 | ENGENHARIA DE PRODUÇÃO | UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO | RONDONÓPOLIS | SC |
| 25 | ENGENHARIA AGRÍCOLA | UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO | RONDONÓPOLIS | SC |
| 26 | ENGENHARIA CIVIL | CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO MARANHÃO | SÃO LUÍS | SC |
| 27 | ENGENHARIA QUÍMICA E ENGENHARIA INDUSTRIAL QUÍMICA | UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO | SÃO LUÍS | SC |
| 28 | ENGENHARIA DE PRODUÇÃO | CENTRO UNIVERSITÁRIO DO MARANHÃO | SÃO LUÍS | SC |
| 29 | ENGENHARIA DE PRODUÇÃO | FACULDADE PITÁGORAS DE SÃO LUIZ | SÃO LUÍS | SC |
| 30 | ENGENHARIA AMBIENTAL | CENTRO UNIVERSITÁRIO DO MARANHÃO | SÃO LUÍS | SC |
| 31 | ENGENHARIA CIVIL | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ | TUCURUÍ | SC |

| | | | | |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------|----|
| 32 | ELETROTÉCNICA | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ | TUCURUÍ | SC |
| 33 | ENGENHARIA DE PESCA | UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA | BELÉM | 1 |
| 34 | CONTROLE E AUTOMAÇÃO | UNIVERSIDADE PAULISTA | MANAUS | 1 |
| 35 | ELETRÔNICA | UNIVERSIDADE PAULISTA | MANAUS | 1 |
| 36 | ENGENHARIA DE PRODUÇÃO | CENTRO UNIVERSITÁRIO NILTON LINS | MANAUS | 1 |
| 37 | ENGENHARIA AMBIENTAL | CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE MANAUS | MANAUS | 1 |
| 38 | ENGENHARIA DE ALIMENTOS | UNIVERSIDADE DE MARÍLIA | MARÍLIA | 1 |
| 39 | ENGENHARIA DE PRODUÇÃO | UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO | SÃO LUÍS | 1 |
| 40 | ENGENHARIA CIVIL | UNIVERSIDADE DA AMAZÔNIA | BELÉM | 2 |
| 41 | ENGENHARIA CIVIL | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ | BELÉM | 2 |
| 42 | ENGENHARIA CIVIL | FACULDADE IDEAL | BELÉM | 2 |
| 43 | ELETROTÉCNICA | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ | BELÉM | 2 |
| 44 | CONTROLE E AUTOMAÇÃO | INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES DA AMAZÔNIA | BELÉM | 2 |
| 45 | TELECOMUNICAÇÕES | INSTITUTO DE ESTUDOS SUPERIORES DA AMAZÔNIA | BELÉM | 2 |
| 46 | ENGENHARIA DE ALIMENTOS | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ | BELÉM | 2 |
| 47 | ENGENHARIA QUÍMICA E ENGENHARIA INDUSTRIAL QUÍMICA | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ | BELÉM | 2 |
| 48 | ENGENHARIA FLORESTAL | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ | BELÉM | 2 |
| 49 | ENGENHARIA FLORESTAL | UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA | BELÉM | 2 |
| 50 | ELETROTÉCNICA | UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO | CUIABÁ | 2 |
| 51 | ENGENHARIA CIVIL | CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE MANAUS | MANAUS | 2 |
| 52 | ENGENHARIA CIVIL | CENTRO UNIVERSITÁRIO NILTON LINS | MANAUS | 2 |
| 53 | COMPUTAÇÃO | UNIVERSIDADE PAULISTA | MANAUS | 2 |
| 54 | TELECOMUNICAÇÕES | CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE MANAUS | MANAUS | 2 |
| 55 | TELECOMUNICAÇÕES | INSTITUTO DE ENSINO SUPERIOR FUCAPI | MANAUS | 2 |
| 56 | ENGENHARIA DE PRODUÇÃO | INSTITUTO DE ENSINO SUPERIOR FUCAPI | MANAUS | 2 |
| 57 | ENGENHARIA FLORESTAL | UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS | MANAUS | 2 |
| 58 | ENGENHARIA DE ALIMENTOS | FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS | PALMAS | 2 |
| 59 | ENGENHARIA AGRÍCOLA | CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS | PALMAS | 2 |
| 60 | ENGENHARIA CIVIL | FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS, EXATAS E LETRAS DE RONDÔNIA | PORTO VELHO | 2 |
| 61 | ENGENHARIA FLORESTAL | FACULDADE DE CIÊNCIAS HUMANAS, EXATAS E LETRAS DE RONDÔNIA | PORTO VELHO | 2 |
| 62 | ENGENHARIA DE PRODUÇÃO | UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ | REDENÇÃO | 2 |
| 63 | ENGENHARIA CIVIL | UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO | SÃO LUÍS | 2 |
| 64 | ENGENHARIA DE PRODUÇÃO | UNIVERSIDADE DA AMAZÔNIA | BELÉM | 3 |
| 65 | ENGENHARIA AMBIENTAL | UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ | BELÉM | 3 |

| | | | | |
|----|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|------------|---|
| 66 | ENGENHARIA CIVIL | UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA | BOA VISTA | 3 |
| 67 | ENGENHARIA CIVIL | UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO | CUIABÁ | 3 |
| 68 | ENGENHARIA SANITÁRIA | UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO | CUIABÁ | 3 |
| 69 | ENGENHARIA CIVIL | UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS | MANAUS | 3 |
| 70 | ENGENHARIA QUÍMICA E ENGENHARIA INDUSTRIAL QUÍMICA | CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE MANAUS | MANAUS | 3 |
| 71 | ENGENHARIA DE PRODUÇÃO | UNIVERSIDADE PAULISTA | MANAUS | 3 |
| 72 | ENGENHARIA DE PESCA | UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS | MANAUS | 3 |
| 73 | ELETROTÉCNICA | CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO MARANHÃO | SÃO LUÍS | 3 |
| 74 | ENGENHARIA DE PRODUÇÃO | CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO MARANHÃO | SÃO LUÍS | 3 |
| 75 | ENGENHARIA DE PRODUÇÃO | UNIVERSIDADE DO ESTADO DO PARÁ | BELÉM | 4 |
| 76 | COMPUTAÇÃO | UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS | MANAUS | 4 |
| 77 | ENGENHARIA DE PRODUÇÃO | UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS | MANAUS | 4 |
| 78 | ENGENHARIA FLORESTAL | UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE | RIO BRANCO | 4 |

ANEXO 2 - COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

ANEXO 3 – PLANO DE ENSINO DA TURMA CONTROLE**Universidade Nilton Lins****Plano de Ensino 2010/2**

| CURSO | PERÍODO | DISCIPLINA | Nº DE CRÉDITOS | CARGA HORÁRIA |
|-------------------------------|----------------|-------------------|-----------------------|----------------------|
| Engenharia de Produção | 2º | Física I | 6 | 120 |

PROFESSOR

EMENTA Cálculo Vetorial. Força. Cinemática e Dinâmica do Ponto Material. Leis de Newton. Trabalho.

Energia. Conservação. Momento Linear. Conservação. Cinemática e Dinâmica da Rotação. Momento Angular.

Laboratório.

PRÉ-REQUISITO(S): Cálculo Diferencial e Integral.

DISCIPLINA(S) SEQUENCIAL(AIS): Física II, Mecânica Geral.

MARCO REFERENCIAL DA DISCIPLINA**OBJETIVO DO CURSO**

Criar e difundir inovações tecnológicas em Engenharia da Produção e áreas conexas;

Formar Engenheiros de Produção com competência em pesquisa científica e tecnológica (P&D);

Favorecer a incorporação e consolidação da tecnologia contemporânea, promovendo a

| |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>integração entre Universidade e Empresas;</p> <p>Contribuir para o melhoramento do nível tecnológico do setor produtivo, utilizando o tratamento científico e tecnológico na identificação e soluções de problemas empresariais;</p> <p>Assessorar entidades empresariais, sindicais, governamentais e não governamentais em áreas de competências da Engenharia da Produção.</p> |
| <p>PERFIL DO PROFISSIONAL</p> |
| <p>O profissional a ser formado será o Engenheiro da Produção. Este profissional estuda e define os métodos necessários para a melhor interação entre matérias primas, equipamentos e mão de obra, planejando, acompanhando e controlando o processo para otimizar a produtividade que envolva equipamentos e linhas de produção. Coordena a política de estoques e reposição de material. Atua como elo entre os departamentos administrativos e técnicos nas áreas de higiene e segurança do trabalho, bem como em programas de aumento de produtividade e controle de qualidade.</p> <p>Trabalhará em locais (empresas, instituições públicas e privadas, indústrias) cujo segmento econômico e de produção venha a requerer uma análise técnica e um acompanhamento mais aprofundado.</p> <p>Como função profissional alternativa, poderá atuar na qualidade de consultor técnico, docente universitário ou ainda, em áreas de recursos humanos.</p> <p>Habilidade em lidar com números, de pensar em função de planos e objetivos, de planejar, dirigir e gerenciar atividades são qualidades que auxiliam este profissional.</p> |
| <p>COMPETÊNCIAS E HABILIDADES</p> |
| <p>Operacionalização de problemas numéricos</p> <p>Compreensão relativa a conceitos de ordem de grandeza;</p> <p>Expressão e interpretação gráfica;</p> <p>Assimilação e sistematização de conhecimentos teóricos;</p> <p>Síntese, aliada à capacidade de compreensão e expressão em língua portuguesa;</p> <p>Obtenção e sistematização de informações;</p> <p>Construção de modelos matemáticos e físicos a partir de informações sistematizadas;</p> <p>Análise crítica dos modelos empregados no estudo das questões de Engenharias;</p> <p>Formulação e avaliação de problemas de Engenharia e concepção de soluções, com a necessária agilidade;</p> <p>Interpretação, elaboração e execução de projetos;</p> <p>Gerenciamento e operação de sistema de Engenharia.</p> |
| <p>CARACTERIZAÇÃO DA DISCIPLINA</p> |

| | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| <p>A física situa-se em vários campos da natureza, nos quais são desenvolvidos modelos qualitativos e quantitativos, baseados em conceitos como: “partículas”, “ondas“, “massa “ e “carga “. Os modelos são aplicados no estudo de sistemas complexos, por exemplo, na otimização de processos. A física é tradicionalmente subdividida em subdisciplinas: Mecânica, Termodinâmica, Ótica, Eletricidade e Magnetismo.</p> <p>Tais partes abrangem as mais diversas aplicações na Engenharia, como o aperfeiçoamento no desempenho de motores de carros, na produção de energia entre outras.</p> | | | |
| OBJETIVOS DA DISCIPLINA | | | |
| Objetivo Geral | | | |
| <p>Com a necessidade de se estudar sistemas complexos industriais, a física é de suma importância na vida profissional do Engenheiro, quando se direciona as aplicabilidades físicas inerentes a sua profissão, no intuito de otimizar os processos físicos no seu cotidiano. Física I é uma disciplina básica que fornece suporte teórico, servindo de ferramenta para aplicações práticas no futuro.</p> | | | |
| Objetivos Específicos | | | |
| <p>Ao término da disciplina, o aluno deverá ser capaz de : caracterizar os vetores e desenvolver o seu cálculo;</p> <p>enunciar e compreender as Três Leis de Newton do movimento; saber aplicar as leis de Newton ao movimento simples de uma partícula; resolver problemas simples de mecânica de uma partícula, usando os conceitos de trabalho, energia e a lei de conservação de energia.</p> | | | |
| Mês | Qtde de Aulas | Conteúdo Programático | Metodologia: Estratégias de aprendizagem e recursos |
| AGO | 20 | <p>Grandezas Físicas</p> <p>-Sistema Internacional de Unidades</p> <p>Cinemática da Partícula-Movimento</p> | <p>Aulas expositivas com retroprojetor. Resolução de exercícios</p> |

| | | | |
|-----|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| | | <p>Unidimensional</p> <ul style="list-style-type: none"> -Velocidade -Aceleração -Corpo em Queda Livre <p>Movimento Retilíneo Uniformemente Acelerado</p> <p>Vetores e Escalares</p> <ul style="list-style-type: none"> -Decomposição e Adição de Vetores -Multiplicação de Vetores | |
| SET | 23 | <p>Movimento em Duas e em Três Dimensões</p> <ul style="list-style-type: none"> -Posição, Velocidade, Aceleração -Movimento de Projéteis -Movimento Circular Uniforme -Movimento Relativo <p>Determinação da Velocidade de Lançamento Através do Alcance</p> <p>Força e Movimento</p> <ul style="list-style-type: none"> -As Três Leis de Movimento de Newton -Algumas Leis de Força <p>Aplicando a Mesa de Força Completa</p> <p>Confirmação da Primeira Lei do Movimento de Newton e Noções Sobre Forças de Atrito</p> | <p>Aulas expositivas com retroprojektor. Resolução de exercícios.</p> |
| OUT | 22 | <p>Energia Cinética e Trabalho</p> <ul style="list-style-type: none"> -Energia, Trabalho -Teorema do Trabalho-Energia Cinética -Potência <p>Energia Potencial e Conservação da</p> | <p>Aulas expositivas com retroprojektor. Resolução de exercícios.</p> |

| | | | |
|-----|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| | | <p>Energia</p> <ul style="list-style-type: none"> -Energia Potencial -Conservação da Energia Mecânica -Conservação da Energia <p>Trabalho e Energia em uma Mola</p> | |
| NOV | 20 | <p>Sistemas de Partículas</p> <ul style="list-style-type: none"> -O Centro de Massa -Segunda Lei de Newton para um Sistema de Partículas -Quantidade de Movimento Linear e Sua Conservação <p>Colisões</p> <ul style="list-style-type: none"> -Impulsão e Quantidade de Movimento Linear -Colisões Inelásticas e Elásticas | <p>Aulas expositivas com retroprojektor. Resolução de exercícios.</p> |
| DEZ | 15 | <p>Determinação da Velocidade de Lançamento Pelo Princípio da Conservação da Energia.</p> <p>Rotação</p> <ul style="list-style-type: none"> -As Variáveis da Rotação -Rotação com Aceleração Angular Constante -Torque -Segunda Lei de Newton para a Rotação <p>Conjunto de Figuras Planas.</p> <p>Rolamento</p> <ul style="list-style-type: none"> -Quantidade de Movimento Angular -Conservação da Quantidade de Movimento Angular | <p>Aulas expositivas com retroprojektor. Resolução de exercícios.</p> |

| Avaliação | Estratégias** | <i>Critérios de Avaliação e Pontuação***</i> |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1º Avaliação* | Prova escrita individual com questões sobre os assuntos estudados até a data da prova, | A nota de cada uma das três avaliações é obtida, por meio da fórmula : $\text{Nota} = (P + M)/2,$ onde P é a nota da prova obrigatória e M é a média da nota da defesa e dos relatórios de laboratório, todos com valor de 0 a 10. |
| Parcial | Avaliação escrita individual (defesa) com questões escolhidas de listas de exercícios propostos. | |
| 2º Avaliação* | Prova escrita individual com questões sobre os assuntos estudados, após a primeira avaliação até a data da prova. | |
| Parcial | Avaliação escrita individual (defesa) com questões escolhidas da listas de exercícios . | |
| 3º Avaliação* | Prova escrita individual com questões sobre os assuntos estudados, após a segunda avaliação até a data da prova. | |

| | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Parcial | Avaliação escrita individual (defesa) com questões escolhidas da listas de exercícios propostos | |
| BIBLIOGRAFIA BÁSICA | | |
| 1-Halliday, D., Resnick, R. e Walker, J., <u>Fundamentos de Física</u> , Vol. 1, 6ª Ed. LTC Ed. S. A., Rio de Janeiro RJ (2002). | | |
| 2-Tipler, P. A., <u>Física</u> , Vol. 1, 4ª Ed., LTC Ed. S. A., Rio de Janeiro RJ (2000). | | |
| 3-Nussenzveig, H. M., <u>Física Básica</u> , Vol. 1, Edgard Blucher, Ltda, São Paulo SP (1996). | | |
| BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR | | |
| 1-Einstein, A e Infeld, L., <u>A Evolução da Física</u> , 3ª Ed. Zahar Editores, Rio de Janeiro RJ (1976). | | |