UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO AMAZÔNAS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

REDE AMAZÔNICA DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

MAUD REJANE DE CASTRO E SOUZA

CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO DA FÍSICA NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO CIVIL

Manaus

2016

MAUD REJANE DE CASTRO E SOUZA

CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO DA FÍSICA NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO CIVIL

Tese apresentada à banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECEM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC) como exigência parcial à obtenção do título de Doutora em Educação em Ciências e Matemática, sob a orientação da Profa. Dra. Josefina Barrera Kalhil.

Área de Concentração: Fundamentos e Metodologias para a Educação em Ciências e Matemática.

Manaus

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

S729c Souza, Maud Rejane de Castro e.

CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO DA FÍSICA NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO CIVIL/ Maud Rejane de Castro e Souza. -- 2016 141f. ; 30 cm.

Orientadora: Josefina Barrera Kalhil.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Cuiabá, 2016.

Inclui bibliografia.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

MAUD REJANE DE CASTRO E SOUZA

CONTRIBUIÇÕES DO ENSINO DA FÍSICA NA FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO CIVIL

Tese apresentada à banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática (PPGECEM) da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC) como exigência parcial à obtenção do título de Doutora em Educação em Ciências e Matemática.

Aprovada em: 28/11/2016 Manaus; AM

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Josefina Barrera Kalhil
(UEA) – Orientadora
Ass. _____

Prof. Dr. Wagner Rodrigues Valente
(UNIFESP) – Membro Interno
Ass. _____

Profa. Dra. Edna Lopes Hardoim
(UFMT) – Membro Interno
Ass. _____

Profa. Dra. Dinamara Pereira Machado
(UNINTER) – Membro Externo
Ass. _____

Prof. Dr. Alejandro Duffus Scott
(UCVC) – Membro Externo
Ass. _____

Dedicatória

Assim, ao Rei eterno, imortal, invisível, Deus
único, sejam honra e glória pelos séculos
dos séculos. Amém!
I Timóteo 1:17

AGRADECIMENTOS:

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

A minha mãe, Inês de Castro, por suas lições de vida, coragem, ética, doação e amor incondicional.

Aos meus filhos, Jhana, Janake, Jhaína e João Vitor, pela inesgotável fonte de amor e motivação, sem os cuidados diários de vocês eu não teria conseguido.

Aos meus netos José Mateus e Maria Flor.

A minha orientadora, Profa. Dra. Josefina Barrera Kalhil, pela confiança em mim depositada, pelo ensino e orientação;

Aos meus irmãos e suas famílias, Mércia, Marilucia, Marilia, Mário, Mary e Mônica, pelo amor, amizade, apoio e o incentivo.

A minha tia querida, Esterlita Cabral (in-memoriam), por me instruir no caminho de Deus.

A meus queridos genros Jefferson Alencar, Yury Pinheiro e minha nora Thalita Odeth, que vieram multiplicar nossa família.

Aos meus amigos queridos Antonio e Rosanila Pantoja, Frederico e Merisa Mendes, Alfredo e Cecília Paraízo.

Aos meus padrinhos, amigos e irmãos Professores Drs. Jorge e Graça Guerra, pelo eterno carinho e cuidado.

Aos Professores Doutores que muito contribuíram nessa jornada, Marcos Frederico Kruger, Yuri Nicot, Patricia Sanches Lizard, Maria Clara Forsberg, Augusto Fachin Terán, Ierecê Barbosa, Wagner Rodrigues Valente, Amarildo Gonzaga, Cleusa Suzana Araújo.

A coordenação do Programa de Doutorado em Educação em Ciências e Matemática, Dra. Marta Maria Pontin Darsie e Gladys Denise Wielewski.

A minha turma querida do doutorado, que apesar de longe, estamos sempre tão perto, Mônica, Eliane, Cinara, Kátia, Ivanildo, Eliane Regina, Ethel, Raiziana e Irlane.

A banca de defesa Professores Doutores Alejandro Duffus Scott, Elaine Maria Bessa Guerreiro, Dinamara Machado, Wagner Valente, Edna Hardoim e Cleusa Suzana Araújo.

Aos coordenadores, professores, alunos e *experts* por sua disponibilidade em participar e contribuir na pesquisa.

Ao querido amigo e professor Ademar Teixeira, pelos ensinamentos e incentivo desde a graduação.

Aos companheiros da Aliança Bíblica Universitária.

Ao professor Dr. Vitangelo Plantamura, pelo apoio e incentivo.

A querida professora Ana Frazão Teixeira (In-memorian).

Ao meu amigo José Geraldo Alecrim (In-memoriam).

A Luzilda Pimentel da Silva, pelos ensinamentos ao longo da caminhada.

A banca de qualificação doutores Cesar Mora Ley, Alejandro Duffus Scott, Elaine Bessa Guerreiro e Valdete Araújo pelas importantes contribuições.

Ao Grupo de Pesquisa, Educação, Saúde e Sustentabilidade na Amazônia.

Ao Grupo de Pesquisa, Alternativas Inovadoras para o Ensino de Ciências no Amazonas.

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

A Universidade Nilton Lins.

A Secretaria do Programa de Doutorado, em especial ao Robson Bentes, pela eficiência e presteza.

Não acredito que no campo educativo seja possível prescrever fórmulas para as pessoas seguirem, mas é possível proporcionar conceitos e generalizações para avivar a sensibilidade para certos eventos, problemas e possibilidades que podem ser observados (EISNER, 1979).

RESUMO

SOUZA, M.R.C. **Contribuições do Ensino da Física na Formação do Engenheiro Civil. 2016.** Tese (Doutorado). Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, Amazonas, 2016.

O Curso de Engenharia Civil tem um alto índice de reprovação nas disciplinas do ciclo básico, segundo os pesquisadores da área uma das causas atribuídas esta relacionada à disciplina de Física que é ministrada de maneira descontextualizada e sem relação com as disciplinas profissionalizantes, o excesso de teoria no início e o adiamento da experiência prática desestimulam os alunos, que são reprovados diversas vezes, muitos abandonam (43%) e a maioria dos alunos que concluem o curso não tem um bom desempenho profissional. A fim de contribuir para a resolução desse problema primeiramente fizemos um levantamento bibliográfico da sustentação da trajetória do Ensino da Física nos Cursos de Engenharia, onde realizamos a revisão de literatura da área, além das análises documentais dos Projetos Pedagógicos dos Cursos, Diretrizes Curriculares Nacionais e Planos de Ensino de Física. Seguindo com uma avaliação diagnóstica do ensino da Física nos cursos de Engenharia Civil, para isso investigamos as concepções dos alunos, coordenadores e professores, através de questionário e entrevistas e através do Método Delphi validamos uma Proposta do ensino da Física para o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias para a prática profissional do Engenheiro Civil. A metodologia utilizada na pesquisa foi o delineamento misto sequencial exploratório.

Palavras-chave: Ensino da Física, habilidades e competências, Engenharia Civil

ABSTRACT

SOUZA. M.R.C. **Contributions of Teaching Physics in the Civil Engineer**. 2016. Tese (Doutorado). Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, Amazonas, 2016.

The Civil Engineering Course has a high failure rate in the subjects of the basic cycle, according to the researchers of the area one attributed causes is related to the discipline of Physics that is delivered in a decontextualized way and unrelated to the professional disciplines, the excess of theory at the beginning and postponement of practical experience discourage students, who fail several times, many drop out (43%) and most students who complete the course do not perform well. In order to contribute to the resolution of this problem we first made a bibliographical survey of the support of the Physics Teaching trajectory in the Engineering Courses, where we carried out the literature review of the area, besides the documentary analyzes of the Pedagogical Projects of the Courses, National Curricular Guidelines and Plans of Teaching of Physics. Following with a diagnostic evaluation of the teaching of physics in Civil Engineering courses, for this we investigate the conceptions of the students, coordinators and teachers, through a questionnaire and interviews and through the Delphi Method we validate a Proposal of the teaching of Physics for the development of ability and skills necessary for the professional practice of the Civil Engineer. The methodology used in the research was the mixed exploratory sequential design.

Keywords: Physics Teaching, ability and Skills, Civil Engineering

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABENGE – Associação Brasileira de Educação em Engenharia

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CE – Ciência e Educação

CES – Comissão de Ensino Superior

CNE – Conselho Nacional de Educação

DCA – Didática, Currículo e Avaliação

DCNs – Diretrizes Curriculares Nacionais

EA – Ensino Aprendizagem

ENADE – Exame Nacional de Desempenho de Estudantes

EPEF – Encontro de Pesquisa em Ensino de Física

EST – Escola Superior de Tecnologia

FHS – Filosofia, História e Sociologia

FT – Faculdade de Tecnologia

IAGC - Instrumento de Avaliação dos Cursos de Graduação

IEC – Investigação em Ensino de Ciências

IES – Instituição de Ensino Superior

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto

LC – Linguagem e Cognição

MEC – Ministério de Educação e Cultura

PDI - Plano de Desenvolvimento Institucional

PIB – Produto Interno Bruto

PPC – Projeto Pedagógico do Curso

PPCs – Projetos Pedagógicos dos Cursos

PPGEC – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

PPGENGRAM – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil

RBEF – Revista Brasileira de Ensino de Física

RBENGE – Revista Brasileira de Ensino de Engenharia

REAMEC – Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática

REF – Revista de Enseñanza de la Física

REIEC – Revista Eletrônica de Investigação em Educação em Ciências

SEMED – Secretaria Municipal de Educação

SINAES – Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior

SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física

TII – Tecnologia da Informação e Instrumentação

UEA – Universidade do Estado do Amazonas

UFAM – Universidade Federal do Amazonas

UFMT – Universidade Federal do Mato Grosso

UNINILTON LINS – Universidade Nilton Lins

USP – Universidade de São Paulo

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Literatura 1.....42
Figura 2: Mapa de Literatura 2.....43
Figura 3: Diagrama Visual: Métodos Mistos.....61
Figura 4: Física I como pré-requisito para a Engenharia Civil.....74
Figura 5: Física II como pré-requisito para a Engenharia Civil.....74
Figura 6: Sequência da Execução do Método Delphi.....102
Figura 7: Proposta de Habilidades e Competências no Ensino de Física na Engenharia Civil.....104

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Evasão nos Cursos de Engenharia.....37
Gráfico 2: Artigos por Periódicos.....44
Gráfico 3: Distribuição por Temáticas.....46

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Questões sobre competências.....29
Quadro 2: Conteúdos.....31
Quadro 3: O que é competência?.....31
Quadro 4: Periódicos e eventos.....41
Quadro 5: Ano de Publicação dos PPCs.....69
Quadro 6: Carga Horária da Disciplina de Física I.....72
Quadro 7: Carga Horária da Disciplina de Física II.....72
Quadro 8: Carga Horária da Disciplina de Física III.....73
Quadro 9: Objetivo Geral da Disciplina de Física I.....76
Quadro 10: Objetivos Específicos de Física I.....76
Quadro 11: Metodologia da Disciplina Física I.....77
Quadro12: Avaliação da Disciplina Física I.....78
Quadro 13: Titulação dos coordenadores do curso.....80
Quadro 14: Titulação e formação dos professores.....83
Quadro 15: Valores – Escala Likert.....87
Quadro 16: Resultado da Pesquisa sobre Ensino-aprendizagem da Física na Engenharia Civil.....98
Quadro 17: Habilidades e Competências para validação Delphi.....100
Quadro 18: *Experts* por País.....101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Distribuição de Artigos por ano.....43
Tabela 2: Distribuição de Artigos por Temáticas.....46
Tabela3: Resultado Estatístico da Média Ponderada do Ensino-Aprendizagem de Física.....88
Tabela 4: Resultado Estatístico sobre a Dimensão Ensino-Aprendizagem de Física.....89
Tabela 5:Resultado Estatístico do Interesse dos Alunos nas Aulas de Física.....90
Tabela 6: Resultado Estatístico da Média Ponderada das Habilidades e Competências nas aulas de Física.....91
Tabela 7: Resultado Estatístico das Habilidades e Competências nas aulas de Física.....92
Tabela 8: Resultado Estatístico das Habilidades e Competências nas aulas de Física.....93
Tabela 9: Resultado Estatístico da Dimensão Currículo.....94
Tabela 10: Resultado Estatístico sobre Acesso ao Plano de Ensino.....95
Tabela 11: Resultado Estatístico da Dimensão Currículo.....95

Sumário

INTRODUÇÃO 19

1. A SUSTENTAÇÃO TEÓRICA E EPISTEMOLÓGICA DA PESQUISA 23

1.1 Processo Ensino-Aprendizagem 24

1.1.1 Prática educativa 25

1.1.2 Currículo 27

1.1.3 Ensino por Competências 30

1.1.4 Planejamento de Ensino-aprendizagem 35

1.2 A História da Física na Engenharia 36

1.2.1 A Importância da Física no Curso de Engenharia Civil 37

2. O ESTADO DA ARTE 42

2.1 Temática 1 - Ensino-Aprendizagem 49

2.2 Temática 2 - Didática, Currículo e Avaliação 52

2.3 Temática 3 – Linguagem e Cognição 54

2.4 Temática 4 – História, Filosofia e Sociologia 55

2.5 Temática 5 – Tecnologia da Informação e Instrumentação 56

2.6 O Ensino-aprendizagem da Física na Engenharia Civil: Principais Tendências, Desafios e Perspectivas 57

3. METODOLOGIA 61

3.1 Delineamento Misto Sequencial Exploratório 61

3.2 Local da Pesquisa 64

3.3 Sujeitos da Pesquisa 65

3.4 Instrumento de Coleta e Análise de Dados 66

3.4.1 Elaboração e Realização das Entrevistas 67

3.4.2 Elaboração e Realização dos Questionários 67

3.5 A Pesquisa Qualitativa 68

3.5.1 Análise documental 68

3.5.2 As Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia 69

3.5.3 Projeto Pedagógico dos Cursos de Engenharia Civil 71

3.5.4 A Física e o Projeto Pedagógico de Engenharia Civil 73

3.5.5 O Plano de Ensino da Física 77

3.5.6 As Entrevistas 81

3.5.6.1 O ensino da Física na Engenharia Civil sob a ótica dos coordenadores 82

3.5.6.2 O Ensino da Física na Engenharia Civil sob a ótica dos professores 86

3.6 Pesquisa Quantitativa 89

3.6.1 Análise da Dimensão Processo Ensino-Aprendizagem 90
3.6.2 Análise da Dimensão Habilidades e Competências 93
3.6.3 Análise da Dimensão Currículo 96
3.6.4 O Ensino da Física na Engenharia Civil sob a Ótica dos Alunos 97
3.6.5 Interpretação e integração dos resultados obtidos nas duas fases 98
4. A PROPOSTA 101
CONCLUSÕES 107
REFERENCIAS 110
APÊNDICE A: ROTEIRO DE ENTREVISTA – COORDENADOR 121
APÊNDICE B: ROTEIRO DE ENTREVISTA – PROFESSOR 122
APÊNDICE C: QUESTIONÁRIO - ALUNOS 123
APÊNDICE D: INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA E O MÉTODO DELPHI 125
ANEXO A: DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS - ENGENHARIA 126
ANEXO B : PLANO DE ENSINO UNIVERSIDADE 1 132
ANEXO C: PLANO DE ENSINO UNIVERSIDADE 2 135
ANEXO D: PLANO DE ENSINO – UNIVERSIDADE 3 138

INTRODUÇÃO

"Não tenho um caminho novo. O que tenho de novo é um jeito de caminhar".
(Thiago de Mello)

Atualmente vivemos em uma era dominada pelo intenso uso de tecnologias, em todos os ramos de atividades. O domínio dessas tecnologias exige profissionais competentes, com conhecimentos e habilidades para atuar no mercado de trabalho.

Nesse cenário a Engenharia Civil tem se destacado por ser, um dos pilares do desenvolvimento econômico, gerando tecnologias, mas apesar das grandes mudanças em todos os setores de aplicação, o ensino de Engenharia não sofreu grandes alterações em seu modelo organizacional através dos séculos.

Para acompanhar avanços e mudanças não basta mais saber, é necessário saber o que fazer com o que se aprende nos cursos. O perfil profissional tem sofrido alterações, superando a condição anterior de um profissional *expert* em cálculos, construtor ou solucionador de problemas, para um profissional cidadão, com habilidades, competências e atributos que o tornem capaz de atender as exigências atuais (OLIVEIRA, 2010).

Desta forma, a Engenharia tem uma importância estratégica para o desenvolvimento socioeconômico do país, pois está intimamente ligada à sua capacidade de desenvolver ou absorver tecnologias. Entretanto, se comparada a outros países, a formação em Engenharia no Brasil não tem alcançado uma dimensão proporcional à sua necessidade de desenvolvimento.

Diversas são as causas desse fraco desenvolvimento da Engenharia Civil no Brasil, dentre elas destacamos a falta de articulação entre a teoria e a prática, o ensino tradicional, o alto índice de evasão (43% nos primeiros anos do curso) provocada pela falta de base dos alunos (SOUZA, 2011).

A formação inicial no curso de Engenharia Civil[1] contempla o ensino da Física, como disciplina básica e de essencial importância na formação desse engenheiro. Apesar de sua importância, iminente presença no dia a dia e facilidade de uso, há uma grande dificuldade dos alunos relacionarem os conceitos científicos estudados dentro do

[1] Optamos por pesquisar o ensino da Física na Engenharia Civil pelo fato da autora ministrar a disciplina de Física para esse curso há mais de 10 anos.

ambiente universitário com a Física que está presente no seu cotidiano (ROSA; ROSA, 2005; MACHADO, 2009; ARAÚJO; ABIB, 2003; KALHIL, 2003; SOUZA, 2011).

Uma das hipóteses para essa dificuldade está relacionada à maneira como a disciplina vem sendo ensinada, pois, na maioria dos casos, o ensino é realizado de forma expositiva, visando à transmissão de conteúdos conceituais, como se conceitos fossem meros dados para memorização, dessa forma, não ajuda o aluno a alcançar a compreensão, muito menos aplicar esses conhecimentos em situações cotidianas (RODRIGUES et al., 2014).

No paradigma atual da educação, na sociedade da informação, o aluno passou a representar o centro do processo educativo, as preocupações da didática dizem respeito aos modos de tornar o aluno autônomo, competente para aprender; como desenvolver a capacidade de pensar e resolver conflitos, avaliar situações e estabelecer comparações e sínteses. Neste contexto, o professor precisa se preocupar sobre o que o aluno deve aprender, e mais, o que significa aprender na sociedade atual.

O professor precisa dispor de conhecimentos acerca das teorias e técnicas de aprendizagem que lhe permitam atuar como mediador e orientador na relação do estudante com os conteúdos. Identificar estratégias de aprendizagem que viabilize a integração entre conhecimentos, habilidades, atitudes humanas, valores sociais, perfil profissional e interesses dos alunos.

A temática de estudo, tentou encontrar soluções onde a Física contribua de maneira significativa na formação do engenheiro civil.

Aliando esse fato e embasada na revisão de literatura da especialidade procuramos responder ao seguinte problema de investigação:

Quais habilidades podem ser desenvolvidas nas aulas de Física que contribua significativamente para a formação de um Engenheiro Civil competente?

Segundo as Diretrizes que norteiam o ensino da Engenharia Civil um engenheiro competente é aquele capaz de 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, além de comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica.

De forma a encontrar respostas para o problema formulado iniciamos um percurso investigativo pautado pelo diálogo entre os ensinamentos emergentes do estado da arte, dos estudos documentais, dos questionários com alunos, das entrevistas semi-estruturadas com coordenadores, professores e do estudo Delphi com os especialistas, procuramos reflexões e respostas que ajudassem a responder nossas questões norteadoras:

- Quais as tendências, desafios e perspectivas do Ensino da Física na formação do Engenheiro Civil?
- Qual a concepção dos alunos, professores e coordenadores sobre o ensino da Física para Engenharia?
- Com quais habilidades e competências a disciplina Física pode contribuir para o perfil profissional do Engenharia Civil?

Realizando está analise nosso objetivo geral é propor habilidades e competências que a disciplina Física poderá desenvolver na formação profissional do engenheiro civil e como objetivos específicos delimitar as pesquisas desenvolvidas relacionadas com a Física em Engenharia; realizar um diagnóstico do curso de Engenharia Civil, através de questionários, entrevistas e análise documental; validar utilizando o método Delphi uma proposta das habilidades e competências que a disciplina Física poderá desenvolver na formação profissional do engenheiro civil.

Defendemos a tese que o desenvolvimento de habilidades e competências na disciplina Física no curso de Engenheira Civil contribui significativamente na formação do futuro profissional.

A tese está estruturada em 4 capítulos:

No Capítulo 1, apresentamos sustentação teórica e epistemológica da nossa investigação.

No capítulo 2, realizamos um panorama da pesquisa através da revisão de literatura da área e da sustentação da trajetória do Ensino da Física nos Cursos de Engenharia.

No capítulo 3, investigamos três (3) Universidades do Estado do Amazonas: a Universidade Federal do Amazonas - UFAM, a Universidade do Estado do Amazonas -

UEA e a Universidade Nilton Lins - UNINILTON LINS, realizamos uma avaliação diagnóstica do ensino da Física nos cursos de Engenharia Civil, através de análise documental, investigação das concepções dos coordenadores e professores, por meio de entrevistas, questionários com os alunos, no qual resultou em uma proposta das habilidades e competências que foram validadas pelos doutores da área.

No capítulo 4, descrevemos o resultado da pesquisa.

Também se apresentam as conclusões, apêndices, anexos e referencias do trabalho.

1. A SUSTENTAÇÃO TEÓRICA E EPISTEMOLÓGICA DA PESQUISA

"Mais importante que o currículo é a questão dos métodos de ensino e o espírito no qual o ensino se dá".
(Bertrand Russell)

Desde o fim do século XX, o sistema educacional brasileiro vem sofrendo profundas mudanças estruturais, fato esse que sugere uma reflexão acerca das práticas educativas que estão sendo propostas para a docência universitária. Nota-se a relevante transição de uma sociedade de produção em massa para a sociedade da informação[2]voltada para o aluno e a aprendizagem, esta transformação tem uma forte influência das inovações tecnológicas e da acessibilidade às informações, gerando impactos em todas as áreas do conhecimento.

A sociedade contemporânea está marcada pela questão da informação e do conhecimento. E não é por acaso. O conhecimento tornou-se peça chave para entender a própria evolução das estruturas sociais, políticas e econômicas de hoje. Fala-se muito, atualmente, em sociedade do conhecimento, às vezes com impropriedade.

Mais do que a era do conhecimento, devemos dizer que vivemos a era da informação, pois percebemos com mais facilidade a disseminação da informação e a manipulação de dados, muito mais do que a generalização da oportunidade de criar conhecimento. O acesso ao conhecimento é ainda muito precário, sobretudo em sociedades com grande atraso educacional. Hoje as teorias do conhecimento na educação estão centradas na aprendizagem, no ato de aprender, de conhecer (GADOTTI, 2005).

Neste cenário, a Universidade passa a ser reconhecida na sociedade contemporânea como o espaço privilegiado da construção do saber sistematizado, da produção científica e do ensino profissional. À Universidade é atribuída a tarefa de formar os futuros profissionais do país, bem como de disseminar o conhecimento acumulado ao longo do tempo.

O sistema de ensino superior remete ao processo de ensino-aprendizagem, onde à relação professor-aluno, comumente, ocorre no espaço da sala de aula ou em laboratórios,

[2]Essa nova era é chamada de Sociedade da Informação e tem como marco a década de 80 e está ligada a expansão e reestruturação do capitalismo (CASTELLS, 2004).

sempre focada na construção de saberes, na utilização de estratégias de aprendizagem e das ferramentas avaliativas.

O processo de ensino-aprendizagem da Física na Engenharia Civil geralmente se dá em sala de aula de forma tradicional, criando um paradoxo entre o contexto educacional vivido em sala de aula e o aprendizado propiciado pelo mundo moderno fora daquele espaço físico mostrando claramente que esse ambiente subsidiado por metodologias conteudistas focadas na memorização e replicação de fórmulas e conceitos precisa ser modificado.

Porém para que ocorra essa alteração precisamos ressignificar as estruturas consagradas por décadas de uso e acomodação, buscando direcionar as atividades acadêmicas ao desenvolvimento de habilidades e competências importantes para a formação profissional através de metodologia centrada na resolução de problemas e no aprender a fazer, combatendo e erradicando dessa forma um dos principais motivos da evasão/retenção recorrente nos primeiros anos do curso (BARROSO; FALCÃO, 2004; GALO; MACEDO, 2005).

1.1 Processo Ensino-Aprendizagem

Há uma grande divergência entre o que o aluno aprende na universidade e o que o mercado de trabalho lhe exige. Vivemos em uma era na qual as informações são rapidamente disseminadas e os conhecimentos de Física são utilizados por todos, principalmente na forma de aparelhos tecnológicos. Em contrapartida, a escola ensina, sobretudo e ainda, a Física de séculos passados. Espaço e tempo ainda são grandezas absolutas, a eletricidade e o magnetismo quase não se unem (SASSERON, 2007).

O ensino da Física precisa deixar de ser uma mera apresentação de conceitos e fórmulas e sim um processo em que os estudantes se engajem na construção de seus conhecimentos, investigando situações, coletando dados, levantando hipóteses, debatendo em busca de padrões que possam gerar na sua estrutura cognitiva durante o ato de aprender, e consiga ir além dela, refletindo e retomando cada ação efetivada em busca do conhecimento (SASSERON, 2007; ROSA; ROSA, 2012).

A Física é uma disciplina do núcleo básico da Engenharia Civil e é pré-requisito das disciplinas profissionalizantes e específicas do curso, portanto é imprescindível que o discente obtenha o máximo de aproveitamento com os conteúdos abordados, tendo em

vista que esse bom aprendizado irá consolidar no aluno as disciplinas específicas de sua área de atuação.

Segundo Machado (2009), as universidades desenvolvem papel fundamental no processo de formação dos engenheiros e 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. 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).

Para Guimarães (2010), há dois problemas centrais na crise da Engenharia brasileira. A primeira é a precária formação no ensino fundamental e médio, com grandes deficiências em disciplinas básicas das chamadas ciências duras, como Física, Química e Matemática, a segunda é a evasão maciça nos cursos de Engenharia. Atualmente o objetivo maior é garantir que o aluno fique no curso.

Quando se aborda o processo ensino-aprendizagem da Engenharia Civil, no que se refere à prática educativa, currículo, conteúdo, habilidades e competências, torna-se hábito adotar alguns conceitos da área da Educação sem o devido esclarecimento acerca de seus significados e aplicações, deste modo, optamos por definir alguns destes conceitos.

1.1.1 Prática educativa

A prática educativa é entendida na percepção de Gimeno Sacristán (2000) como uma ação do professor no espaço de sala de aula. E essa ação, independente do nível em que é praticada, exige dos docentes um diagnóstico do contexto de trabalho, tomadas de decisões, (Zabala, 2010) atuação e avaliação das pertinências das atuações.

A estrutura dessa prática obedece a múltiplos determinantes, tem sua justificação em parâmetros institucionais, organizativos, tradições metodológicas, possibilidades reais dos professores, dos meios e condições físicas existentes, etc. Mas a prática é algo fluido, fugidio, difícil de limitar com coordenadas simples e, além do mais, complexa, já que

nela se expressam múltiplos fatores, idéias, valores, hábitos pedagógicos, etc. (ZABALA, 2010, p.16).

Para Libâneo (2013), a prática educativa não é apenas uma exigência da vida em sociedade, mas também o processo de prover os indivíduos dos conhecimentos e experiências culturais que os tornam aptos a atuar no meio social e a transformá-lo em função de necessidades econômicas, sociais e políticas da coletividade.

Assim por meio da ação educativa o meio social exerce influências sobre os indivíduos e estes, ao assimilarem e recriarem essas influências tornam-se capazes de estabelecer uma relação ativa e transformadora em relação ao meio social, onde:

> Tais influências se manifestam através de conhecimentos, experiências, valores, crenças, modos de agir, técnicas e costumes acumulados por muitas gerações de indivíduos e grupos, transmitidos, assimilados e recriados pelas novas gerações (LIBÂNEO, 2013, p.15).

Dessa forma, na busca de uma aprendizagem significativa se faz necessário considerar o aprendizado prévio do aluno, resultado da sua vivência e interação com o meio, aproximando o conhecimento técnico científico à bagagem da experiência discente a partir da contextualização de uma realidade mais próxima de suas experiências e expectativas, onde seja possível enxergar de forma clara e objetiva a aplicabilidade de certas informações e, consequentemente, compreender os reais motivos de dominar alguns conceitos técnicos e realizar determinadas operações ou procedimentos voltados ao entendimento da Física no âmbito da Engenharia Civil.

Segundo Zabala (2010), a prática pedagógica tem um antes e um depois que constituem as peças substanciais de toda prática educacional. O planejamento e a avaliação dos processos educacionais são uma parte inseparável da atuação docente, já que o que acontece nas aulas, a própria intervenção pedagógica, nunca pode ser entendida sem uma análise que leve em conta as intenções, as previsões, as expectativas e a avaliação dos resultados, pois de acordo com ele:

> Por pouco explícitos que sejam os processos de planejamento prévio ou de avaliação da intervenção pedagógica, esta não pode ser analisada sem ser observada dinamicamente desde um modelo de percepção da realidade da aula, onde estão estreitamente vinculados o planejamento, a aplicação e a avaliação (ZABALA, 2010, p.17).

Levando em consideração tais ideias, verifica-se que o aprendizado significativo só será possível na prática se houver a acertada construção de um plano de ensino que demonstre claramente as habilidades e competências (objetivos) que serão exercitadas e desenvolvidas, ou seja, o que o aluno será capaz de fazer ao final de uma unidade curricular ou disciplina; a escolha de temas que atendam as expectativas do aluno (conteúdo programático); como o professor irá propiciar tais feitos (metodologia) e principalmente quais os instrumentos de averiguação (avaliação) serão utilizados para avaliar o aprendizado, isto é, como será ponderado se o aluno realmente atingiu os objetivos propostos. Dessa forma as práticas educativas quando organizadas nos dão a definição de currículo.

1.1.2 Currículo

Buscamos em Gimeno Sacristán (2013) e na sua teoria sobre currículo, a sustentação teórica da nossa tese, onde ele nos fala que são poucos os elementos, fenômenos, atividades e fatos da realidade escolar que não têm qualquer implicação no currículo. O autor enfatiza que:

> Problemas como o fracasso escolar, a desmotivação dos alunos, o tipo de relações entre professores e alunos, a indisciplina em aula, etc., são preocupações e temas de conteúdo psicopedagógico que, sem dúvida, de alguma maneira se relacionam com o currículo oferecido aos alunos e com a forma como ele é oferecido. Quando os interesses destes não se encontrem de modo algum refletido na cultura escolar, é compreensível que os alunos se mostrem refratários a esta e queiram fugir dela, algo que pode se manifestar por meio de repúdio, enfrentamento, desmotivação, evasão escolar (p.10).

Isto posto, nos leva ao entendimento que o currículo não pode deixar de ser o produto de uma construção progressiva e interdisciplinar voltada ao desenvolvimento do aprendizado pleno do aluno em todas as áreas, fundamentado em métodos didáticos atrativos e compreensivos, caso contrário o currículo torna-se o principal responsável pelo baixo rendimento nos processos avaliativos educacionais.

A teorização sobre o currículo não pode deixar de ser uma construção progressivamente interdisciplinar que sirva de núcleo para a integração de conhecimentos e contribuições às Ciências da Educação.

O Currículo e sua implementação têm condicionado nossas práticas de educação, ele é um componente formador da realidade do sistema de educação no qual vivemos;

poderíamos dizer que o currículo dá forma à educação (GIMENO SACRISTÁN, 2013, p.9).

Grundy (1987) afirma que:

> O Currículo não é um conceito, mas uma construção cultural. Istoé, não se trata de um conceito abstrato que tenha algum tipo de existência fora e previamente à experiência humana. É, antes, um modo de organizar uma série de práticas educativas (p.13).

À vista disso o currículo passa a ser caracterizado como o conteúdo da educação, abrangendo os planos ou propostas, especificação de objetivos, reflexo da herança cultural, como mudança de conduta, programa da Universidade que contém conteúdos e atividades, ou todas as experiências que o aprendiz pode obter (GIMENO SACRISTÁN, 2010).

Contudo, vale salientar que o currículo em si não constitui um plano escrito, mas sim o seu desenvolvimento, isto é, o primeiro é como se fosse à partitura, o segundo a música que é executada. Ambos guardam uma relação entre si, embora sejam coisas distintas, logo por consequência com base na partitura, podem ser desenvolvidas ou executadas músicas diferentes (GIMENO SACRISTÁN, 2013).

O Projeto Pedagógico de Curso (PPC) é um instrumento de trabalho que mostra como o currículo será desenvolvido em um curso, quando, de que maneira, por quem, para chegar a que resultados. Explicita uma filosofia e harmoniza as diretrizes da educação nacional com a realidade da instituição traduzindo sua autonomia e definindo seu compromisso com a clientela (VEIGA, 2005, p.10).

O PPC não deve ser elaborado apenas para cumprir uma determinação legal, muito menos ficar engavetado ou ausente do cotidiano da universidade. A finalidade é muito mais que isso, é o ápice da educação, é a ponte que liga ensino e sociedade, propondo meios para desconstruir paradigmas e concepções pré-formadas, tentando restaurar princípios e construindo novos conhecimentos (ALMEIDA, 2014).

O PPC de uma Universidade deve referir-se a um processo permanente de reflexão e discussão dos problemas da instituição, na busca de alternativas viáveis à efetivação de sua intencionalidade. Ao se constituir em processo democrático de decisões preocupa-se em instaurar uma forma de organização do trabalho pedagógico que supere conflitos, partindo desde a organização da entidade como um todo até a organização do

trabalho nas salas de aula, nos laboratórios de pesquisa e no campo das atividades de extensão (VIÇOSA, 2015).

Ele deve ser concebido como um guia de orientações para que os envolvidos na construção ou revisão dos cursos de graduação possam analisar as tendências internas e externas assegurando a busca de diferenciais nos níveis de eficiência, eficácia e efetividade para a formação dos profissionais. Ele deveria ser elaborado envolvendo a comunidade universitária: professores, alunos, técnicos e comunidade externa (MENESTRINA et al., 2012).

Na prática a elaboração do PPC é realizada pelo Núcleo Docente Estruturante (NDE) do curso, que é responsável pela concepção, acompanhamento, consolidação e avaliação do Projeto (Brasil, 2015). Esse NDE é constituído pelo coordenador e professores do curso.

O PPC deve ser elaborado em consonância com o Instrumento de Avaliação dos Cursos de Graduação (IACG), do Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) e das Diretrizes Curriculares Nacionais de Curso (DCNs).

O Instrumento de Avaliação (IACG) subsidia os atos autorizativos de cursos – autorização, reconhecimento e renovação de reconhecimento – nos graus de tecnólogo, de licenciatura e de bacharelado para a modalidade presencial e a distância. De acordo com o art. 1º da Portaria Normativa 40/2007, consolidada em 29 de dezembro de 2010. (BRASIL, 2015).

Para o IACG a organização didático-pedagógica do PPC, deve contemplar os seguintes critérios:

1. Objetivos do curso – coerência com os aspectos do perfil profissional do egresso, estrutura curricular e contexto educacional.
2. Estrutura curricular – flexibilidade, interdisciplinaridade, acessibilidade pedagógica, articulação da teoria com a prática.
3. Conteúdo curricular – deve possibilitar o desenvolvimento do perfil do egresso, considerando o aspecto de atualização, acessibilidade e adequação.
4. Metodologia – As atividades pedagógicas devem apresentar coerência com a metodologia e estratégias para o ensino e para a aprendizagem e sua avaliação, para o currículo e a estrutura acadêmica do seu funcionamento.

Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais (2002) um PPC deve atender a quatro princípios:

a) Qualidade na formação, propiciando ao acadêmico uma sólida formação científica e técnica;
b) Contextualização, o currículo deve oportunizar um adequado ajustamento às demandas que se apresentem;
c) Flexibilidade, buscando oferecer ao educando uma formação que leve em consideração suas aptidões e interesses futuros e,
d) Cidadania, proporcionando ao aluno o desenvolvimento de atividades que instiguem a formação de uma consciência social, ética e moral.

Um projeto político pedagógico corretamente construído não garante por si só que a universidade se transforme em uma instituição com melhor qualidade, mas permitirá certamente que seus integrantes tenham consciência de seus rumos, interfiram em seus limites, aproveitem melhor suas potencialidades e equacionem de maneira coerente as dificuldades encontradas, possibilitando pensar em um processo com melhor qualidade e aberto a uma sociedade em constante mudança. A universidade terá assim, condições de captar e interferir nessa mudança (VEIGA, 2005).

1.1.3 Ensino por Competências

As propostas curriculares sofreram um processo muito lento de superação de uma visão centrada no professor e seu saber para uma visão centrada nos alunos.

Na escola transmissora o aluno aprendia os conteúdos como eram definidos pelas propostas científicas, atualmente os currículos se deslocaram da matéria para o aluno, hoje em dia não é suficiente o aluno ter somente alguns conhecimentos ou dominar técnicas, é necessário que o que se aprende sirva para poder agir de forma eficiente e determinada diante de uma situação real (ZABALA, 2010, p.10).

Segundo Zabala (2010), existem 10 questões relacionadas ao ensino por competências que devem ser conhecidas (quadro1), dentre as quais destacamos que o ensino para o desenvolvimento de competências é uma maneira de tentar superar o ensino tradicional, baseado na memorização de equações e fórmulas, pois esse ensino traz dificuldades ao egresso do curso que não consegue intervir de maneira eficiente na solução de problemas em seu campo de trabalho.

Quadro1– Questões sobre Competências

1. O ensino baseado em competências é uma consequência da necessidade de superar um ensino que, na maioria dos casos, foi reduzido a uma aprendizagem memorizadora de conhecimentos, fato que implica dificuldade para que esses conhecimentos possam ser aplicados na vida real.
2. A competência, no âmbito da educação, deve identificar o que qualquer pessoa necessita para responder aos problemas aos quais será exposta ao longo da vida. Portanto, a competência consistirá na intervenção eficaz nos diferentes âmbitos da vida, mediante ações nas quais se mobilizam, ao mesmo tempo e de maneira inter-relacionada, componentes atitudinais, procedimentais e conceituais.
3. Uma das principais tendências no campo educacional consistiu em estabelecer sucessivos confrontos entre a escola herdada, a tradicional, fundamentada nos saberes. A competência e os conhecimentos não são antagônicos, pois qualquer atuação competente sempre representa a utilização de conhecimentos inter-relacionados as habilidades e atitudes.
4. Um currículo com base em competências representa a formação em aprendizagens que têm como característica fundamental a capacidade de serem aplicadas em contextos reais. O essencial das competências é seu caráter funcional diante de qualquer situação nova ou conhecida.
5. As competências educacionais devem englobar o âmbito social, o interpessoal, o pessoal e o profissional.
6. A aprendizagem de uma competência está muito distanciada do que é uma aprendizagem mecânica; significa um maior grau de relevância e funcionalidade possível, pois para poder ser utilizada devem ter sentido tanto a própria competência quanto seus componentes procedimentais, atitudinais e conceituais.
7. Uma das características fundamentais das competências é a capacidade para agir em contextos e situações novas, e visto que as situações e os contextos podem ser infinitos, poderíamos chegar à conclusão de que as competências não podem ser ensinadas. Contudo, ensinar competências implica utilizar formas de ensino consistentes para responder a situações, conflitos e problemas relacionados à vida real, e um complexo processo de construção pessoal que utilize exercícios de progressiva dificuldade e ajuda eventual, respeitando as características de cada aluno.
8. A análise das competências nos permite concluir que sua fundamentação não pode ser reduzida ao conhecimento que os saberes científicos fornecem o que significa realizar uma abordagem educacional que considere o caráter metadisciplinar[3] de grande parte de seus componentes.
9. A partir dos critérios estabelecidos para o ensino das competências podemos revisar as estratégias metodológicas utilizadas habitualmente. Esta análise nos permite compreender que não existe uma metodologia especifica para as competências, e que será necessário acrescentar, suprimir ou mudar aspectos, com maior ou menor grau de profundidade, nessas metodologias para que possam se adequar a um ensino de competências. Porém além desses critérios pontuais, não existe uma metodologia própria para o ensino das competências, mas condições gerais sobre como devem ser as

[3]É a característica que engloba um conjunto de conhecimentos cujo suporte epistemológico não provém de nenhuma disciplina.

estratégias metodológicas, entre as quais vale destacar a de que todas devem ter um enfoque globalizador[4].

10. Somente podemos considerar que uma atuação é competente quando se realiza em uma situação que geralmente é ou pode ser nova. Se de fato é assim, dificilmente poderemos avaliar com precisão se uma competência foi adquirida, posto que somente podemos avaliá-la como competente quando ela se realiza em situações não escolares. É evidente que a função da escola sempre foi idealizada para o futuro, pois o que se avalia se realiza sabendo que é um meio para conhecer o grau de aprendizagem adquirido, e a possibilidade de ser aplicado em um futuro mais ou menos distante.

Fonte: Zabala (2010)

Uma das características das competências é agir em situações novas, para Zabala (2010), uma das maneiras de ensinar competências é a utilização de formas de ensino consistente, onde o aluno seja submetido a problemas relacionados à vida real.

Para que isso ocorra é necessário revisar as estratégias metodológicas utilizadas no ensino da Física na Engenharia Civil, para que possam se adequar a um melhor desenvolvimento de habilidades e competências.

A função do ensino é idealizada para o futuro, logo a avaliação das habilidades e competências deve representar também a busca de meios que permitam prever a capacidade de utilizar essas competências em um momento necessário. Conhecer o grau de domínio de uma competência que os alunos adquiram é uma tarefa bastante complexa, posto que implique partir de situações-problema que estimulem contextos reais e dispor dos meios de avaliação específicos para cada um dos componentes da competência.

No âmbito educacional a definição de competência consiste na intervenção eficaz nos diferentes âmbitos da vida mediante ações nas quais se mobilizam, ao mesmo tempo e de maneira inter-relacionada, componentes atitudinais, procedimentais e conceituais (ZABALA, 2010).

Zabala (2010) resume esses componentes (Quadro 2) em três grandes domínios relacionados aos campos do *saber*, do *ser*, e do *saber fazer*, de modo que nos dois primeiros se utilizam na maioria dos casos, os termos “conhecimentos” e “atitudes” respectivamente.

[4] Com este termo se realiza a maneira de organizar os conteúdos a partir de uma concepção do ensino na qual o objeto fundamental de estudo para os alunos é o conhecimento e a intervenção na realidade.

Quadro 2- Conteúdos

CONCEITUAIS (Saber)	PROCEDIMENTAIS (Saber fazer)	ATITUDINAIS (Ser)
Fatos	Habilidades	Valores
Conceitos	Técnicas	Atitudes
Princípios	Métodos	Normas

Fonte: a autora

O mais controvertido é o relacionado ao *saber fazer*; nele podem ser situadas desde habilidades muito simples até estratégias muito complexas. Contudo, se aceitamos que tudo o que se pode aprender está situado em alguma dessas três categorias, parece oportuno, pela firmeza existente no âmbito educacional e, o mais importante, pelas características singulares e especificas que cada uma delas tem no processo de ensino-aprendizagem, chegar ao consenso geral de situar qualquer objeto suscetível à aprendizagem, em alguns desses três compartimentos, utilizando, por sua vez, os termos correntes. De maneira que qualquer conteúdo de aprendizagem ou é *conceitual* (saber), ou é *procedimental* (saber fazer), ou é *atitudinal* (ser) (ZABALA 2010, p.36).

Quadro 3- O que é competência?

É a capacidade ou habilidade A existência nas estruturas cognoscitivas da pessoa das condições e recursos para agir. A capacidade, a habilidade, o domínio e a aptidão.	**O que?**
Para realizar tarefas ou atuar frente a situações diversas Assumir um determinado papel; uma ocupação, em relação aos níveis adquiridos; uma tarefa especifica; realizar ações; participar na vida política, social e cultural da sociedade; cumprir com as exigências complexas; resolver problemas da vida real; enfrentar um tipo de situação.	**Para quê?**
De forma eficaz Capacidade efetiva; de forma exitosa; exercício eficaz; conseguir resultados e exercê-los de modo excelente; participação eficaz; mobilizando a consciência e de maneira cada vez mais rápida, pertinente e criativa.	**De que forma?**
Em um determinado contexto Uma atividade plenamente identificada; em um contexto determinado; em uma determinada situação; em um âmbito ou cenário de atividade humana.	**Onde?**
É necessário mobilizar atitudes, habilidades e conhecimentos Diversos recursos cognitivos; conhecimentos, habilidades e atitudes; comportamentos, motivação, valores éticos, atitudes, emoções e outros componentes sociais; amplo repertório de estratégias. Operações mentais complexas; esquemas de pensamento; saberes, capacidades, micro competências, informações, valores, atitudes, esquemas de percepção, de avaliação e de raciocínio.	**Por meio de quê?**

Ao mesmo tempo de forma inter-relacionada	**Como?**
De forma integrada; orquestrada.	

Autor: Zabala (2010)

Para Gimeno Sacristán (2013), quando se fala em competências, estamos nos referindo a um saber que se converte em ações, na capacidade de atuar em contextos reais, o que não se reduz ao saber ou saber-fazer, que se mostra na tomada de decisões, como reação a demandas, como o desempenho de ações.

Sob tal concepção da competência, esse conceito pode ser útil para que o professor de Física elabore em seu planejamento semestral, objetivos gerais e específicos que relacione as atividades dos alunos com tomar decisões, relacionando com o mundo real da profissão, aplicando atividades a Engenharia Civil desde cedo, ou atividades de certa complexidade da vida cotidiana.

Contudo, há um abismo de significados entre pedir aos alunos e desejar que consigam competências voltadas a ação, pois ser competente em Engenharia não significaria apenas saber seus conteúdos, mas saber e atuar nos contextos onde ela possa estar envolvida e preparar o aluno para que saiba projetá-la.

Trabalhando os conteúdos dessa forma, estaremos desenvolvendo nos alunos competências e para trabalhar esses conteúdos de uma maneira eficaz, devemos deslocar nossa atenção do ensinar para o aprender, dos que ensinam para os que aprendem, do que se pretende para o que se consegue na realidade, das intenções declaradas para os fatos alcançados. Ou seja, precisamos nos orientar para a experiência do aprendiz, provocá-la, enriquecê-la, depurá-la, sistematizá-la (GIMENO SACRISTÁN 2013, p.27).

O conteúdo expressa os conhecimentos, habilidades, atitudes e valores, isto é, as competências que devem ser formadas nos alunos.

Deste modo, para trabalharmos os conteúdos (conceituais, procedimentais e atitudinais) da Física, precisamos elaborar objetivos educacionais que partam daquilo que os alunos devem aprender, sobre quais comportamentos e procedimentos deverão desenvolver ao final da disciplina.

Os objetivos educacionais são detalhados no plano de ensino-aprendizagem do professor.

1.1.4 Planejamento de Ensino-aprendizagem

O planejamento do processo ensino-aprendizagem norteia toda a prática educativa.

Nele deve contemplar o objetivo geral e objetivos específicos que devem estar diretamente relacionados aos conteúdos a serem aprendidos pelos alunos, bem como as estratégias metodológicas e a avaliação da aprendizagem.

O planejamento da ação docente possibilita maior previsibilidade e intencionalidade no processo de aprendizagem, o professor tem a possibilidade de direcionar o currículo na prática de acordo como os objetivos que se quer alcançar com a aprendizagem dos alunos. O planejamento permite prever o futuro e não ser controlado por ele.

Os objetivos educacionais ou de ensino-aprendizagem são expressos em termos de comportamentos esperados dos alunos e devem ser elaborados de forma tal que permitam a descrição do que o estudante estará apto a fazer em consequência da instrução recebida. Para a seleção dos objetivos devemos partir do perfil profissional do egresso que pretendemos forma

Para descrever os objetivos de ensino-aprendizagem, é necessário determinar os tipos de habilidades que expressam os conhecimentos do conteúdo ensinado. As linguagens para definir o conteúdo de uma disciplina são duas: a dos conhecimentos e das habilidades. Como toda a habilidade inclui ou contém um conhecimento, é correto falar em linguagem das habilidades; ao mesmo tempo, toda habilidade está vinculada à solução de tarefas concretas (ARRUDA, 2007, p. 64).

Para Fonseca (2014), o primeiro passo na definição de objetivos consiste na redação de uma lista dos objetivos gerais, que apesar de possibilitar uma idéia concreta dos resultados da aprendizagem a serem atingidos, não indica os pormenores específicos que se desejam.

Os objetivos gerais são amplos e devem ser formulados em termos de metas de ensino. Por isso há necessidade de elaborar, objetivos específicos que se apresentam, em listas de comportamentos, observáveis que no seu todo constituem a comprovação de que o objetivo geral foi atingido. O número dos objetivos a incluir na lista, deve possibilitar que ela seja praticável (FONSECA, 2014, p.61).

Ao definirmos os objetivos da disciplina de Física, devemos delimitar o conjunto de tarefas fundamentais que o aluno deve saber resolver. Arruda (2007) relata que desse modo, a linguagem das tarefas permite a ele ver o que lhe falta para solucionar um problema, pois:

> Somente assim podemos dizer com exatidão que conhecimentos devem ser incluídos no programa e que habilidades temos de solucionar, pois toda tarefa implica uma solução. Ao planificar os objetivos, devemos assinalar paralelamente não só as habilidades que queremos formar, mas sua qualidade, ou seja, as características que essa habilidade deve ter (ARRUDA, 2007, p.64).

O objetivo de ensino-aprendizagem precisa estar claro para os alunos, é na realidade uma orientação, as habilidades necessárias que serão desenvolvidas durante o processo de ensino-aprendizagem têm que ser apresentadas a ele.

1.2 A História da Física na Engenharia

O esforço do ser humano para se adaptar a qualquer meio ambiente o tornou cosmopolita, mas para que isso se tornasse realidade foi necessário desenvolver tecnologias de Engenharia que facilitaram em muito essa adaptação para viver em qualquer parte da superfície terrestre.

Para Piqueira (2010), essas tecnologias de Engenharia surgiram por necessidade de multiplicar ou dividir forças, transferir e controlar energia, aumentar ou reduzir energia, automatizar mecanismos, absorver impactos, reduzir vibrações e melhorar agricultura. Mas, para isso foi necessário desenvolver primeiramente os mecanismos mais simples como: roda e eixo, polia e correia, engrenagem, alavanca, plano inclinado, cunha e mola. Esses mecanismos são conhecidos atualmente como os elementos de máquinas mais simples, ou seja, que fazem parte de toda máquina moderna.

O autor relata que, antigamente a atividade da Engenharia era vista como de pouca importância intelectualmente, pois não inspirava a maioria, mas era desenvolvida por uma minoria habilidosa conhecida como artífices e artesões, que passavam seu conhecimento sem preocupação com sistematização ou metodologia. Esse grupo minoritário pertencia ao mundo dos trabalhadores braçais, enquanto que os intelectuais preocupavam-se com questões filosóficas e metafísicas. Mas, durante as guerras, os exércitos, buscavam as tecnologias que pudessem derrotar os inimigos e por isso os generais perceberam a importância da Engenharia para as batalhas e a arte de construir

passou a ser sistematizada, com seu ensino incorporado ao treinamento de oficiais de maior patente:

> as escolas de navegação foram decisivas para os descobrimentos, nos século XV e XVI. O domínio das técnicas de construção naval e da prática de conduzir navios tornou-se essencial para as nações que procuravam expandir suas fronteiras e buscar riquezas. Essa era a Engenharia até o final do século 17: técnicas de construção de pontes, dutos, armas e navios, reproduzindo os traços empíricos herdados das gerações anteriores, restritas ao âmbito militar (PIQUEIRA, 2010, p.3).

A partir do momento que foi necessário desenvolver as técnicas básicas da Engenharia nasceu à Física, cujo objetivo era buscar, compreender e descrever os fenômenos que ocorrem na natureza e aprimorar as técnicas das máquinas simples. A Física acabou por se tornar a base técnica das tecnologias da Engenharia, estabelecendo uma parceria interdisciplinar.

A Física pura busca compreender e descrever os princípios dos conhecimentos mais fundamentais da natureza, sem a preocupação de demonstrações práticas, já a Física aplicada àEngenharia busca compreender e descrever as causas e consequências dos fenômenos naturais, utilizando-se para isso dos modelos práticos e testados em laboratório (SOUZA et al., 2014).

Segundo Souza et al. (2014) o aprendizado da Física teórica depende de alguns fundamentos aprendidos anteriormente, que servem de base (ou subsunçor) para novos conceitos. Esses conhecimentos são basicamente a matemática, o desenho geométrico, a geometria analítica, plana, e espacial e a álgebra vetorial, por isso se diz que a Física é interdisciplinar, pois depende e está interligada a outros conhecimentos fundamentais.

Atualmente, a Física faz parte do núcleo básico da Engenharia.

1.2.1 A Importância da Física no Curso de Engenharia Civil

A Física é a ciência fundamental que constitui a base para todas as outras, a ferramenta com a qual exploramos a realidade, estuda a natureza e seus fenômenos, analisa suas propriedades, descreve e explica a maior parte de suas consequências, por isso ela é uma disciplina básica e de suma importância para a Engenharia, os conhecimentos proporcionados pela Física permitiram ao ser humano uma série de progressos e invenções.

Por fazer parte do núcleo básico da Engenharia, a disciplina de Física deve formar o aluno a entender e quantificar os fenômenos físicos relacionados obtendo resultados

significativos. A mesma pode subsidiar, para que, em seu processo de construção do conhecimento, o aluno não só desenvolva um esquema conceitual, procedimental e atitudinal, mas também adquira um potencial crítico, com habilidades e competências para projetar experimentos, planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia.

O engenheiro civil precisa aprender os conteúdos de Física de uma maneira significativa, para que ele consiga com eficácia acompanhar e projetar as fases de uma construção, estudar as características do solo, dos materiais e ambiente que podem influenciar nas etapas da construção; além de especificar as redes de instalações hidráulicas, elétricas e de saneamento do edifício; calcular o torque, a tração, compressão, o nível de torção de colunas e vigas, a quantidade de trepidação máxima de uma ponte e etc. A Física é uma ferramenta de trabalho do engenheiro civil.

Porém, em uma pesquisa realizada em 2013 a Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE) revelou, que dos alunos que iniciam os cursos de Engenharia, 43% não o terminam e que a grande maioria desiste no primeiro ano (OLIVEIRA, 2013).

As disciplinas de Física contribuem fortemente para a retenção/evasão no curso de Engenharia, esse fato é justificável pela Física fazer uso da metodologia da “abordagem por espiral” (refinamentos sucessivos), a partir da qual um mesmo assunto é revisitado com níveis de aprofundamento progressivamente maiores (BARBETA e YAMAMOTO, 2002).

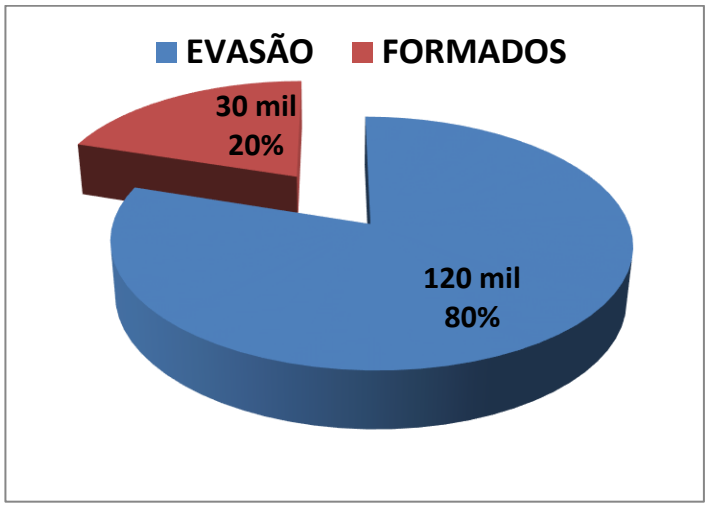
No primeiro semestre das Engenharias, os conceitos fundamentais da mecânica são revisitados à luz do cálculo diferencial e integral e, nesse sentido, o sucesso do processo de aprendizagem passa a depender da internalização prévia dos conceitos de Física explorados no ensino médio e da assimilação das ferramentas matemáticas introduzidas na disciplina de Cálculo oferecida paralelamente à Física (OLIVEIRA; PASSOS, 2014).

A baixa qualidade do ensino médio, sobretudo em disciplinas como Física, Química e Matemática, tornou-se obstáculo para a formação de engenheiros no Brasil. Essa falha, agravada pela alta demanda gerada com o crescimento do país, tem um custo. Cálculos de entidades de Engenharia mostram que o país perde US$ 15 bilhões (R$ 26,5 bilhões) por ano com falhas nos projetos das obras públicas (GOLDMAN, 2010).

O diagnóstico da realidade nos 1.374 cursos no país mostra que a evasão nos cursos de Engenharia é de 80%; dos 150 mil que ingressam no primeiro ano, só 30 mil se formam (Gráfico 1).

"Só um 1 em cada 4 possui formação adequada. O Brasil forma menos de 10 mil engenheiros com competência e esses são disputados pelas empresas", diz José Roberto Cardoso, diretor da Escola Politécnica da USP, uma das mais importantes faculdades de Engenharia do Brasil (BRITO, 2010).

Gráfico 1 – Evasão nos Cursos de Engenharia



Fonte: Abenge (2010)

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 ensinos fundamentais e médios do país, acumulando apagões de habilidades para o pensamento abstrato, pela deficiência de aprendizagem da Matemática e Física (p. 3).

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". Relata ainda 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 um dos obstáculos decisivo para o crescimento na melhoria do capital humano nas universidades.

Para Molisani (2016), o despreparo pedagógico do docente impossibilita a formação de profissionais aptos a atuar no mercado de trabalho. Os professores-engenheiros, em sua grande maioria, adotam a prática tradicional de ensino, que, segundo Seno e Belhot (2009), proporciona uma educação incompatível com os estilos de aprendizagem habitualmente observados nos estudantes de Engenharia, o que pode desmotivá-los em relação à disciplina e à própria carreira profissional. Essa desmotivação ou falta de interesse é um dos fatores responsáveis pelos elevados índices de evasão e retenção nos cursos de Engenharia (MOLISANI, 2016).

Silva e Cecílio (2007) revelam que a metodologia tradicional deixa os alunos desmotivados, pois não entendem onde irão usar o que estão aprendendo, ficam desatentos, não conseguem ligar os interesses comuns entre aquilo que têm de aprender e o que vão precisar aprender para conseguir o tão almejado futuro emprego. Essa diferença é importante, pois aquilo que têm de aprender relaciona-se, na maioria das vezes, aos conteúdos das consideradas disciplinas básicas, compostas por conhecimentos abstratos (Matemática, Física, entre outras), necessários para subsidiar as disciplinas profissionalizantes, que são geralmente as que se encaixam naquelas que vão precisar aprender:

> Dificilmente se conseguirá desenvolver o aprendizado em um ambiente desmotivado e enfadonho como esse. Para que o aprendizado ocorra, é preciso que haja construção e participação das partes envolvidas nesse ambiente de estudo. Mas isso só virá a acontecer se esta relação professor-aluno for construtiva e participativa. Ambos terão que trabalhar juntos para alcançar o objetivo comum, a construção do conhecimento por parte desse aluno e o desenvolvimento profissional do professor. (SILVA; CECÍLIO, 2007, p.3)

Esse problema está relacionado, pelo menos em parte, com a estrutura curricular dos cursos de Engenharia. A divisão dos cursos em dois ciclos (básico e profissionalizante) dificulta a mediação de teoria e prática, porque impõe um completo distanciamento entre as disciplinas básicas e profissionalizantes, o que torna o processo cognitivo complexo e desestruturado (KUEHN; BAZZO, 2004).

Stipek (2002) mostrou que, entre as ações do professor, destacam-se a de mostrar o valor e a relevância dos conteúdos, exigir plena compreensão, priorizar desafios e favorecer participação ativa e percepção de controle. Portanto, preocupação por implementar e manter uma motivação de qualidade deve ser a marca de todo professor, ao longo de todo o curso.

2. O ESTADO DA ARTE

> *"A vida da sala de aula deve ser interpretada como uma rede viva de troca, criação e transformação de significados."*
> *(Perez Gomes)*

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).

Creswell (2010) sugere que em dissertações e teses a metodologia utilizada em uma revisão de literatura seja integrativa, pois essa metodologia tem o potencial de promover os estudos de revisão em diversas áreas do conhecimento, mantendo o rigor metodológico das revisões sistemáticas. O método de revisão integrativa permite a combinação de dados da literatura empírica e teórica que podem ser direcionados à definição de conceitos, identificação de lacunas nas áreas de estudos, revisão de teorias e análise metodológica dos estudos sobre um determinado tópico. A combinação de pesquisas com diferentes métodos combinados na revisão integrativa amplia as possibilidades de análise da literatura.

Creswell (2010) recomenda que a revisão de literatura obedeça a quatro etapas:

a) Comece identificando as palavras-chave.

Na nossa pesquisa utilizamos as palavras: *ensino + Física +Engenharia*.

b) Levantamento do universo de trabalhos a ser analisado

O levantamento do estado da arte foi realizado nas Revistas de Ensino de Física, Ensino de Ciências, Ensino de Engenharias e nos eventos da área promovidos pela Sociedade Brasileira de Física, conforme o (Quadro 4).

Quadro 4 - Periódicos e Eventos

Periódico	Responsável
Revista Brasileira em Ensino de Física	Sociedade Brasileira de Física
Investigações em Ensino de Ciências	Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Revista de Ensino de Engenharia	Associação Brasileira de Ensino de Engenharia
Revista Enseñanza de la Física	Associação de professores de Física da Argentina
Revista Eletrônica de Investigação em Educação em Ciências	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Simpósio Nacional em Ensino de Física (SNEF)	Sociedade Brasileira de Física
Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF)	Sociedade Brasileira de Física
Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação	Universidad de Alcalá de Henares Universidade Estadual Paulista- UNESP

Fonte: A autora

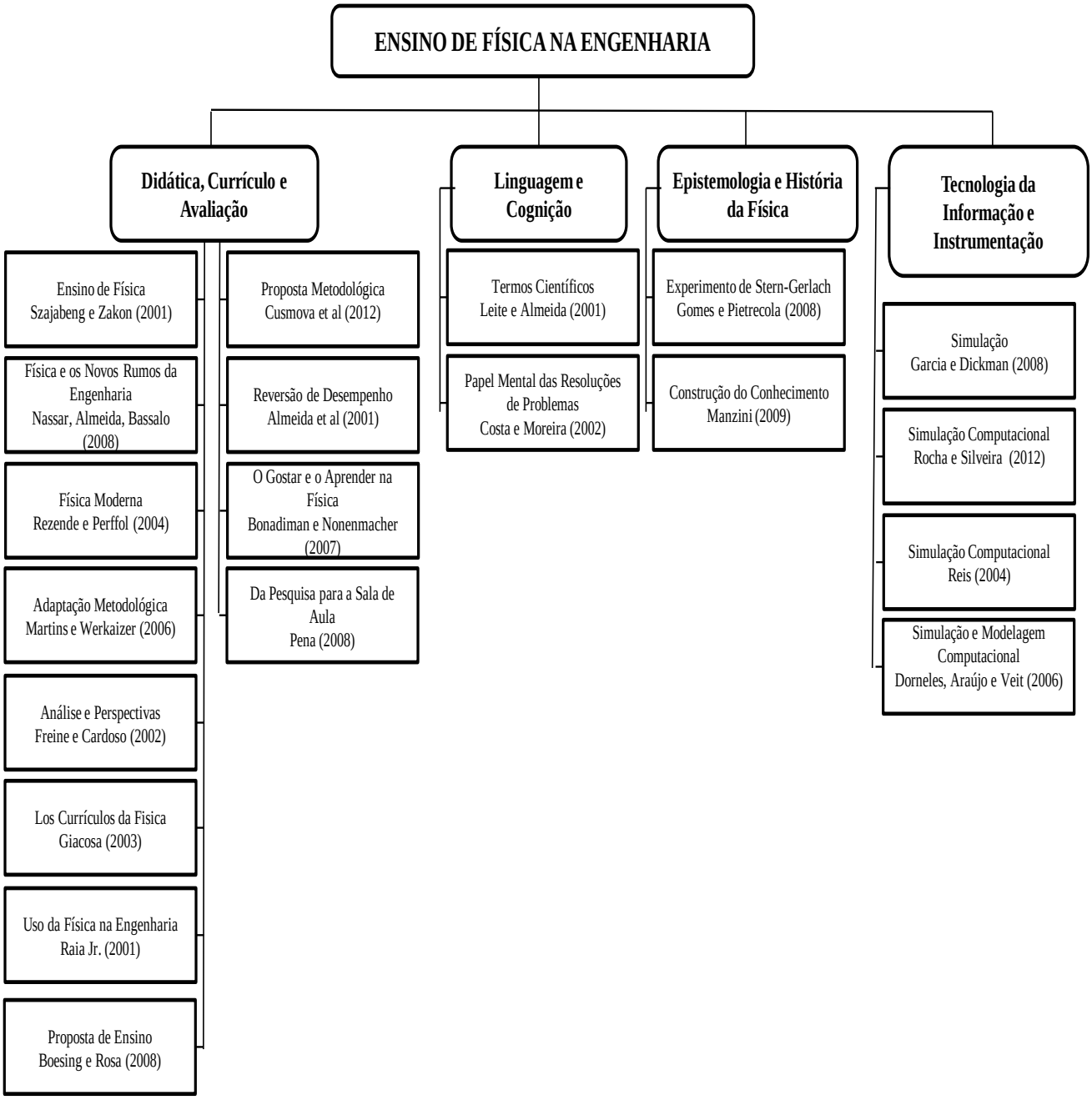
c) Montagem de um mapa da literatura.

A organização da literatura em mapas permite a pessoa compreender como o estudo proposto acrescenta, amplia ou reduz as pesquisas realizadas, esse mapa é um resumo visual da pesquisa e é tipicamente representado em uma figura.

A principio selecionamos 100 artigos que, após a leitura detalhada foram reduzidos a 45, os demais foram eliminados por não abordarem adequadamente o tema processo ensino-aprendizagem da Física na Engenharia, conforme Figuras 1 e 2.

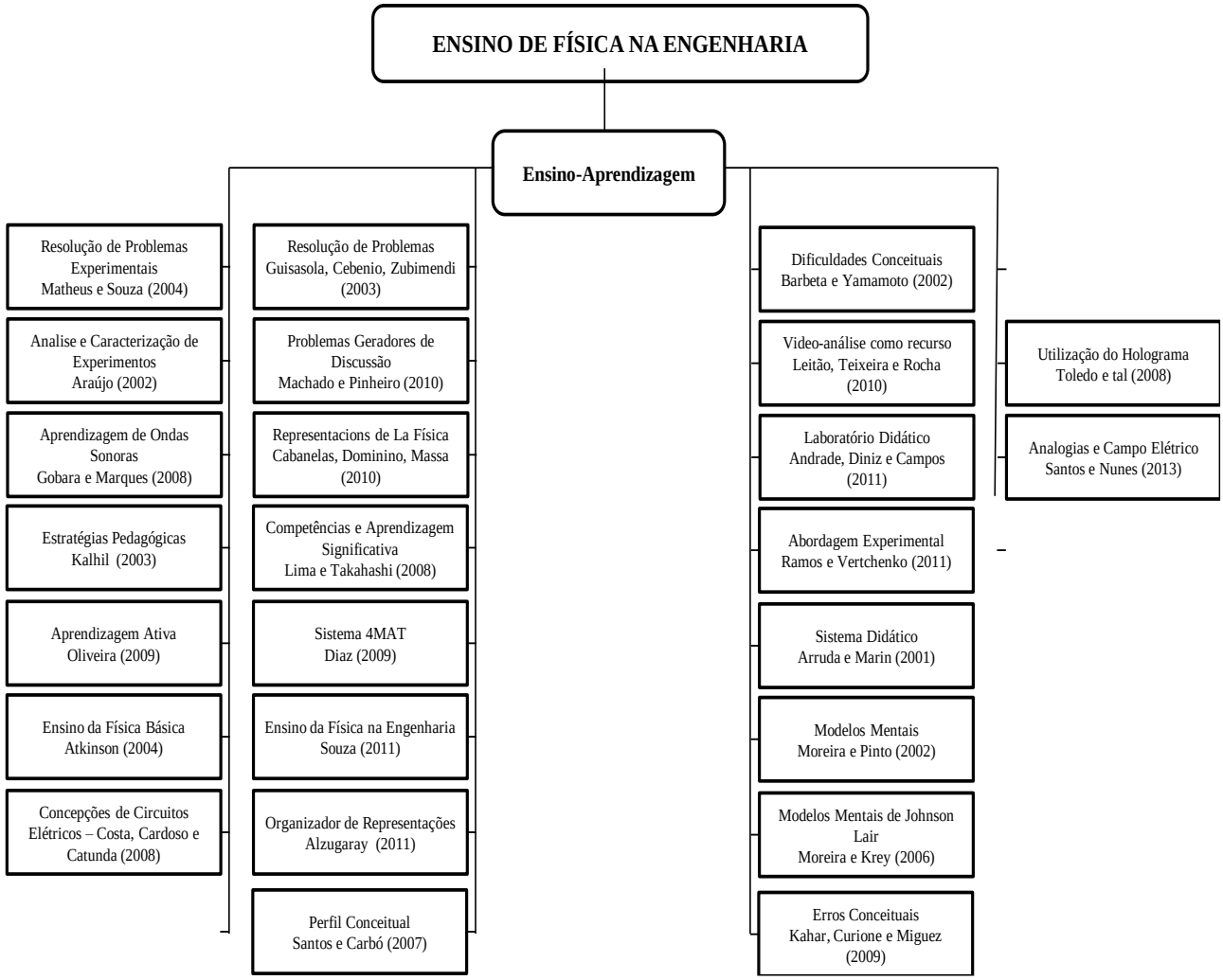
Essa revisão de literatura abrange as publicações no período de 2001 a 2013. Foram selecionados os artigos a partir das palavras chave, no portal da CAPES e na página da WEB de cada periódico, sendo analisado volume por volume, para seleção dos artigos que tivessem as palavras em seus títulos, resumos e palavras-chave.

Figura 1: Mapa de Literatura 1



Fonte: A autora

Figura 2: Mapa de Literatura 2



Fonte: A autora

Discussão Quantitativa das Publicações

A tabela 01 apresenta o número dos artigos analisados distribuídos por ano de publicação e por período onde foram publicados.

Tabela 01: Distribuição de Artigos por Ano

Periódico	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL
RBEF	4	1	1			2		2	2		1	1	1	**15**
RBENGE	1			1		1		3				1		**7**
REF			1						2	1	3			**7**
IEC			1											**1**
CE										1				**1**

REIEC										1				**1**
SNEF							1	1	1		3			**6**
EPEF			2	3				1				1		**7**
TOTAL	**5**	**1**	**5**	**4**		**3**	**1**	**7**	**5**	**3**	**7**	**3**	**1**	**45**

Fonte: A autora

RBEF: Revista Brasileira de Ensino de Física

RBENGE: Revista Brasileira de Ensino de Engenharia

REF: Revista de Enseñanza de la Física

IEC: Investigações em Ensino de Ciências

CE: Ciência e Educação

REIEC: Revista Eletrônica de Investigação em Educação em Ciências

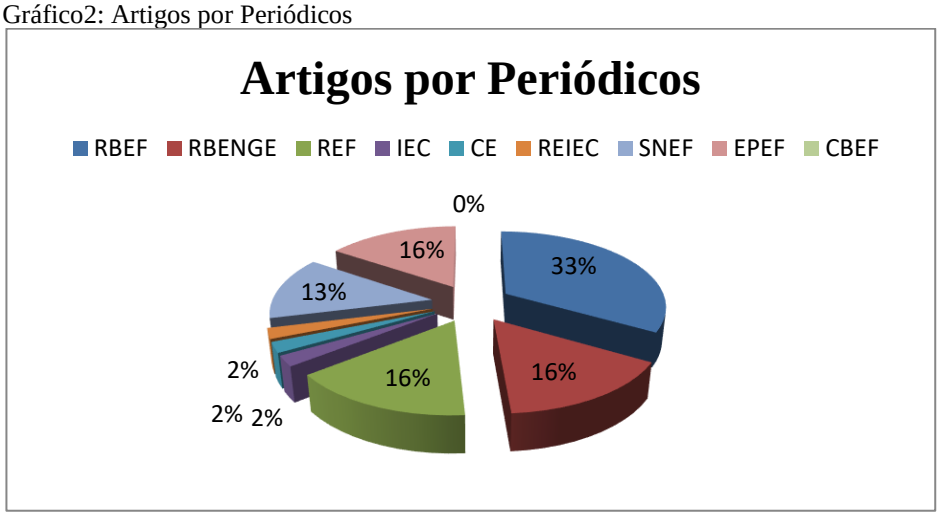
SNEF: Simpósio nacional de Ensino de Física

EPEF: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física

Esses dados revelam que, houve um pico de produção no ano de 2008 e 2011, os quais foram seguidos de um acentuado declínio em relação aos anos anteriores.

Em relação aos periódicos considerados nesta revisão os dados revelam que 33% dos artigos analisados foram publicados na Revista Brasileira de Ensino de Física, 16% dos artigos foram publicados na Revista Brasileira de Ensino de Engenharia, Revista de Enseñanza de La Física e no Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, o restante foi distribuído entre os demais periódicos, verificamos que no periódico Caderno Brasileiro de Ensino de Física, não havia nenhum trabalho referente à nossa pesquisa, conforme mostra o Gráfico 2.

Gráfico2: Artigos por Periódicos



Fonte: A autora

d) Organização da pesquisa estruturando-a tematicamente.

Ao analisarmos os artigos, elaboramos categorias e critérios de classificação dos trabalhos, selecionando em conteúdos, metodologias e considerando os trabalhos de natureza teórica ou experimental.

Entendemos por trabalhos de natureza teórica como aqueles que não envolvem trabalho de campo, tais como revisões sobre grandes temas, propostas metodológicas, estudos históricos, propostas de inovação curricular, fundamentação teórica para aplicação no ensino de Física, novas metodologias de pesquisa.

Os de natureza experimental, consequentemente, são aqueles que envolvem pesquisa de campo, avaliam a aplicação de propostas metodológicas, investigam sobre questões cognitivas tais como concepções alternativas, modelos mentais, visões epistemológicas, discurso em sala de aula. Com relação ao público alvo, ele foi direcionado para o ensino de Física na Engenharia.

A classificação dos trabalhos foi realizada a partir da análise de seus resumos e visou, levantar seus objetos de estudo e, assim identificar a principal temática na qual cada trabalho se encaixava.

A seguir apresentamos as temáticas:

Temática 1 – Ensino-Aprendizagem – EA

Temática 2 –Didática, Currículo e Avaliação - DCA

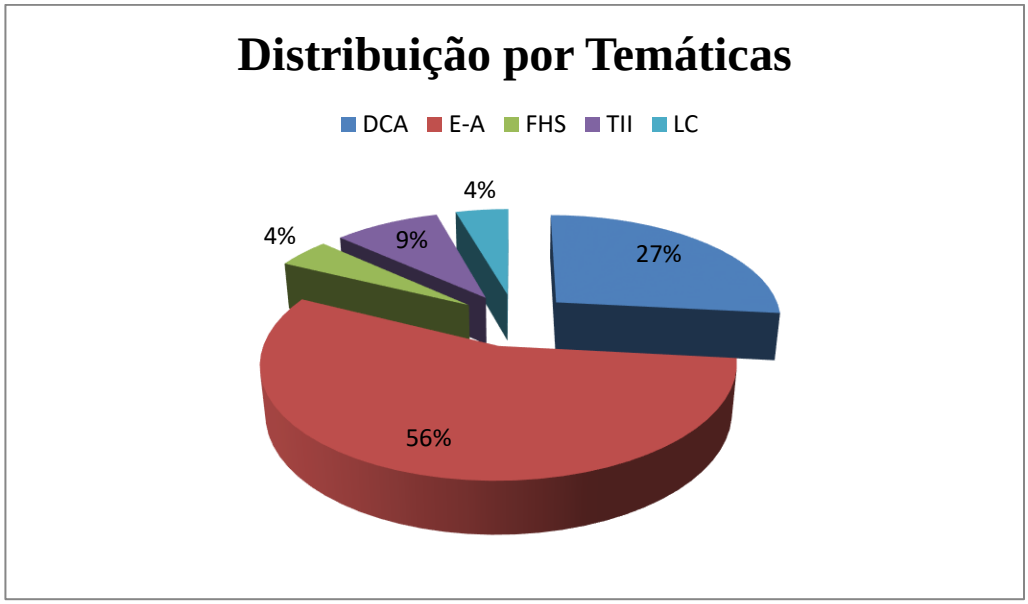
Temática 3 – Linguagem e Cognição - LC

Temática 4 – História, Filosofia e Sociologia - HFS

Temática 5 – Tecnologia da Informação e Instrumentação - TII

A Tabela 02 apresenta a distribuição dos artigos de acordo com as temáticas adotadas nessa revisão por ano de publicação. Esses dados revelam uma tendência preponderante dos artigos que abordam a temática de Ensino-Aprendizagem de Física na Engenharia, com um total de 25 artigos, ou seja, 56%das publicações analisadas. Os artigos relacionados à Didática, Currículo e Avaliação somam um total de 12, ou seja, 27%das publicações, seguida de Tecnologia da Informação e Instrumentação, com 9%, Linguagem e Cognição e Filosofia, História e Sociologia respectivamente com 4% das publicações analisadas, conforme mostra o Gráfico 3.

Gráfico 3: Distribuição por Temáticas



Fonte: A autora

Os dados revelam, ainda que a temática ensino-aprendizagem de Física na Engenharia, com maior número de publicações, apresentou uma continua produção de 2001 até 2013, exceto nos anos de 2005 e 2012 que não encontramos nenhuma produção relacionada a essa temática.

Tabela 02: Distribuição por Temática

TEMÁTICA	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL
DCA	3	1	1	1		1		4				1		12
EA	1	3	2	2		1	1	4	3	3	4		1	25
FHS								1	1					2
TII				1		1		1				1		4
LC	1	1												2
TOTAL	4	4	3	4		3	1	10	4	3	4	2	1	45

Fonte: A autora

DCA: Didática, Currículo e Avaliação

EA:Ensino Aprendizagem

FHS: Filosofia, História e Sociologia

TII:Tecnologia da Informação e Instrumentação

LC: Linguagem e Cognição

2.1 Temática 1-Ensino-Aprendizagem

As pesquisas desenvolvidas no Brasil (Bonadiman e Nonemacher, 2007; Rosa e Rosa, 2005; Machado, 2009; Carvalho Neto, 2004; e Araújo e Abib, 2003), em Portugal (Oliveira, 2009), México (Diaz, 2009), Espanha (Alzugaray, 2010; Yanitelli, 2011), Uruguay (Kahanet al., 2009) e em Cuba (Kalhil, 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.

Segundo Atkinson (2004), 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 como parte da formação do engenheiro 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.

As pesquisas relacionadas ao ensino-aprendizagem da Física na Engenharia nos mostram que a apresentação oral dos conteúdos é amplamente utilizada como estratégia didática, o ensino tradicional está fortemente associado à evasão escolar, a aprendizagem mecânica e a desmotivação para aprender por parte dos estudantes (ARAÚJO; MAZUR, 2013).

As dificuldades e problemas que afetam o sistema de ensino em geral e particularmente o ensino de Física não são recentes e têm sido diagnosticados há muitos anos, levando diferentes grupos de estudiosos e pesquisadores a refletirem sobre suas causas e consequências (Araújo e Abib, 2004). As deficiências do ensino que é praticado nas universidades, manifestam-se na evasão escolar, no alto índice de repetência, no fraco desempenho dos alunos quando colocados diante de situações em que são solicitados a explicitar seu aprendizado.

As causas que costumam ser apontadas para explicar as dificuldades na aprendizagem da Física são múltiplas e as mais variadas. Destacamos a pouca valorização do profissional do ensino, as precárias condições de trabalho do professor, a qualidade dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula, a ênfase excessiva na Física clássica e o

quase total esquecimento da Física moderna, o enfoque demasiado na chamada Física matemática em detrimento de uma Física mais conceitual, o distanciamento entre o formalismo escolar e o cotidiano dos alunos, a falta de contextualização dos conteúdos desenvolvidos com as questões tecnológicas, a fragmentação dos conteúdos e a forma linear como são desenvolvidos em sala de aula, sem a necessária abertura para as questões interdisciplinares, a pouca valorização da atividade experimental e dos saberes do aluno, a própria visão da ciência, e da Física em particular, geralmente entendida e repassada para o aluno como um produto acabado (BONADIMAN; NONEMACHER, 2007; OLIVEIRA, 2009; SOUZA, 2011).

A Física é uma das ciências em que os alunos têm maior dificuldade em compreender, esta dificuldade é evidente na baixa taxa de aprovação na disciplina. Além disso, os profissionais do ensino da Física dificilmente introduzem novas metodologias na sua prática (Diaz, 2009). O índice de reprovação em Física é muito elevado. Às vezes, as reprovações numa disciplina de Física provocam evasão em massa de cursos de Engenharia (OLIVEIRA, 2009; MACHADO; PINHEIRO, 2010).

Esses fatos contribuem para reforçar a ideia de que a Física ensinada na universidade não parece exercer influência significativa na formação cultural e técnico-científica do estudante, nem contribui satisfatoriamente para a aprendizagem de conceitos e leis, para a habilidade de operar em sua especialidade ou para o aperfeiçoamento de raciocínio na solução de problemas físicos na vida diária e profissional (ARRUDA, 2007).

Essa dificuldade persiste até hoje, pois o ensino de Física continua, na maioria dos estabelecimentos de ensino superior e, sobretudo nas escolas de Engenharia (Souza, 2011), sendo ministrado na forma tradicional, onde o aluno aprende a teoria desvinculada do dia a dia. A reclamação mais comum é que a evolução cientifica e tecnológica que ele encontra fora da sala de aula e em seu ambiente de trabalho não condizem com a realidade da Universidade.

Como se pode perceber, alguns dos fatores apontados como possíveis causas do fraco desempenho do aluno, da falta de motivação para o estudo da Física e, possivelmente, da alegada aversão por essa disciplina, são estruturais e fogem ao controle do profissional do ensino. Outros, porém, são específicos e podem ser resolvidos pelo próprio professor, pois dependem, em boa parte, de sua estratégia de ensino em sala de aula.

As pesquisas realizadas sobre estratégias de ensino-aprendizagem da Física destacam os objetivos de aumentar o interesse, a motivação e a aprendizagem ativa dos estudantes (Gobara; Marques, 2008; Oliveira, 2009; Matheus et al., 2004), pois a falta de motivação por parte dos discentes de Física nos cursos de Engenharia é um dos problemas que os professores enfrentam atualmente, sabe-se que o ensino ainda é muito centrado no professor, sendo o seu principal papel o de transmissor de conhecimento, e no qual os níveis de interação professor-estudante é baixo. Podem residir aqui algumas das razões para o problema (KALHIL, 2003; ARAÚJO, 2002).

Segundo Araújo e Abib (2003), em um trabalho de pesquisa realizado em cento e seis artigos publicados na década compreendida entre 1992 e 2001, 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; ABIB, 2003).

O planejamento e a condução das aulas de laboratório variam em um grande espectro: desde altamente estruturados e centrados nos guias, até laboratórios por investigação (Araújo, 2002; Oliveira, 2009; Costa et al., 2008), pode-se explorar a Física no âmbito experimental pontuando aspectos conceituais e reflexivos sobre a dada atividade científica. Neste contexto, inserem-se as aulas experimentais nos laboratórios (Diaz, 2009), buscando metodologias com caráter mais investigativo nas aulas práticas, cujo principal objetivo pode ser enquadrado na busca por um ensino por competências.

Andrade et al.(2011) desenvolveu uma pesquisa onde partindo da metodologia tradicional de laboratório, baseada em roteiros do tipo receita, propôs uma metodologia que exigia mudanças, a Física experimental deveria ser ministrada no período seguinte da Física teórica e durante a prática era necessário que o aluno revisasse a teoria, formulasse

e efetuasse uma simulação com dados do problema a ser discutido em sala, essas alterações tiveram como objetivo dinamizar a aula prática promovendo a participação e a aprendizado do aluno por meio de uma relação dialógica e interativa, ao final o relatório era substituído pela apresentação de resultados em formato livre e, para cada prática escolhida, era solicitado que cada grupo transformasse sua prática em artigo e submetesse em simpósio ou congresso, isso é uma ótima metodologia para desenvolver a habilidade de comunicar.

Pesquisas investigando a compreensão de diferentes conceitos da Física, relacionados à resolução de problemas buscam desenvolver nos alunos representações, inferências e aprendizagem significativa (Moreira; Pinto, 2002; Alzugaray, 2011), a fim de que seja superada a dificuldade enfrentada pelos alunos nos dois primeiros anos do curso de Engenharia, os autores sugerem em suas pesquisas que os alunos trabalhem em grupo, participando de discussões com seus colegas, escrevendo relatórios, artigos científicos, preparando gráficos e tabelas, compreendendo o porquê estão utilizando uma equação (SANTOS; NUNES, 2013; RAMOS; VERTCHENKO, 2011).

Sem entrar no mérito de ser esta ou aquela a melhor estratégia para o ensino, o que se pode afirmar com segurança é que a metodologia mais adequada para o ensino de Física não é aquela que está baseada unicamente na informação verbal e que requer do aluno apenas o exercício de operações abstratas ou da memorização repetitiva. A abstração, na construção dos modelos teóricos de Física, é importante e necessária, mas, para que ela se efetive com maior significação, o fenômeno físico deverá ser também trabalhado em seu aspecto prático e contextualizado, de modo a envolver plenamente o estudante (SOUZA 2011; BONADIMAN e NONENMACHER, 2007).

Sobre estratégias utilizadas atualmente para desenvolver habilidades, competências e abordando a relação teoria e prática, detalharemos no final deste capítulo na seção o ensino-aprendizagem da Física na Engenharia Civil: principais tendências, desafios e perspectivas.

2.2 Temática 2 - Didática, Currículo e Avaliação

O ensino da Física para a Engenharia Civil é muito importante pois o engenheiro torna útil esse conhecimento na solução de problemas práticos, que envolvem o projeto e construção de artefatos, equipamentos, instrumentos, instalações e também a concepção

de sistemas e processos, via de regra, envolvendo os elementos anteriores de modo a serem operados de forma econômica (ZAKON; MORDKA, 2001).

As disciplinas cursadas nos primeiros semestres são matérias fundamentais para qualquer curso de Engenharia. No caso da Física, seu conteúdo abrange desde a Mecânica newtoniana, termodinâmica, mecânica ondulatória, cálculo, geometria analítica, desenho técnico, entre outras, que são pré-requisitos para o aprendizado de outras disciplinas com conteúdos profissionalizantes e específicos, independentemente do curso de Engenharia escolhido, conforme proposta das diretrizes curriculares (BRASIL, 2002). A correta compreensão dos conceitos, por parte dos discentes, poderá garantir uma aprendizagem mais efetiva (CUSMOVA et al., 2012).

Na Engenharia a principal função do ciclo básico é a de preparar o aluno para o profissional. Sem receber um conhecimento mais profundo da Física, o aluno não terá a preparação adequada para aprender a profissão ou demorará mais que o necessário.

No sentido de despertar nos alunos o interesse e a motivação, várias propostas foram elaboradas, implementadas e avaliadas com sucesso conforme veremos a seguir:

Souza (2011) organizou e implementou uma proposta metodológica que teve como base fundamental o conteúdo de Física I, do curso de Engenharia Civil e foi conduzida de forma que cada tema a ser investigado fosse trabalhado em cinco momentos: discussão de ideias e conceitos; questões, exercícios e problemas; atividade experimental; conclusão e considerações e relatório da atividade experimental. A metodologia aplicada envolveu os alunos no processo de ensino-aprendizagem e moveu-o a estudar, fator determinante neste processo. O resultado foi significante e eficaz.

Zakon e Mordka (2001) implementaram uma proposta da Física para o ensino de Engenharia que visou estruturar e consolidar conceitos para os alunos, motivá-los e evitar evasões e repetições, na proposta uma disciplina de Introdução às Ciências Naturas era seguida de três disciplinas semestrais de Física Clássica e duas de Física Moderna, onde eram utilizados trabalhos experimentais. Para os pesquisadores o ensino no ciclo básico é mais importante do que o profissional em termos de interdisciplinaridade.

Várias pesquisas relatam sobre adaptação metodológico-curricular que, se caracteriza pela remodelagem da ordenação e abordagem dos conteúdos, em um ambiente virtual de aprendizagem(re)significando, de certo modo a idéia tão enraizada de pré-requisito, em muitos casos de efeito fortemente represador, das matrizes curriculares da

Engenharia (Martins e Werkhaizer, 2006), a qualidade da formação de um engenheiro é dependente de habilidades em três áreas: experiências/experimentação, comunicação e aprendizado continuado (EL-RAGHY, 1999).

No ensino de Engenharia, várias iniciativas são aplicadas para que as lacunas oriundas da formação básica dos alunos não interfiram de forma significativa no aprendizado das disciplinas profissionalizantes. Alterações de ementas, reestruturação de currículo, adaptações metodológicas, aperfeiçoamento acadêmico (Boesing e Rosa, 2008; Giacosa, 2003; Freine e Cardoso, 2002; Rezende e Perfoll, 2004; Nassar et al.; Pena 2008), montagem de protótipos e relatórios escritos que mostram respostas originais e inéditas dos estudantes (Cusmova, 2012)estase tantas outras, são ações que procuram tornar as disciplinas cada vez mais úteis e instrutivas para a futura carreira profissional do estudante.

2.3 Temática 3 – Linguagem e Cognição

A linguagem é o elo entre o enunciador e o receptor de um conceito. No ensino de Física, a compreensão da linguagem está subordinada aos conceitos existentes na rede cognitiva do indivíduo. O reconhecimento de particularidades da linguagem cientifica é importante para que o ensino de Física possa ser desenvolvido de maneira mais efetiva.

Costa e Moreira (2002) desenvolveram uma pesquisa onde investigaram as dificuldades inerentes ao processo de resolução de problemas na Física, especificamente a questão de compreensão e interpretação dos enunciados, os autores procuram dar aos alunos subsídios para o desenvolvimento de atividades de ensino visando facilitar a modelagem mental para os alunos, onde definem modelos mentais como representações internas construídas pelas pessoas para captar o mundo exterior. Seres humanos entendem o mundo construindo modelos mentais, isto é, modelos de trabalho que predizem e explicam eventos.A proposta foi encorajar os alunos a interpretar mentalmente e expressar verbalmente as tarefas que lhes eram propostas, assim como os resultados numéricos.

Os autores concluíram que as crenças modelam atitudes e emoções e dirigem as decisões tomadas durante a atividade matemática na resolução de problemas. Uma vez superados estes erros envolvendo falta de atenção na leitura, identificação da situação proposta no enunciado, aspectos relevantes e informações que permitem recorrer a

modelos que possam solucionar o problema, é necessária uma análise para construir o conhecimento sobre cada estratégia utilizada.

Em Portugal, Leite e Almeida (2001) da Universidade de Coimbra, pesquisaram sobre a importância da linguagem científica e da metalinguagem envolvidos no discurso científico de professores e alunos, com o objetivo de detectar o grau de compreensão dos estudantes, de termos usados em sala de aula e nos textos de Física. O estudo foi realizado com 141 alunos de Física I dos cursos de Engenharia e Química. Ao final os autores refletem sobre os conteúdos e métodos de ensino, mesmo no ensino superior, nomeadamente na extensão/profundidade dos currículos e que é extremamente indispensável o *feedback* por parte dos alunos, permitindo assim durante o processo de ensino aprendizagem, o grau de sintonia entre os seus discursos.

2.4 Temática 4 – História, Filosofia e Sociologia

Gomes e Pietrecola (2008) utilizando o conceito de Quasi-história[5] como perspectiva de análise para a forma de apresentação didática de conteúdos de Física, pesquisaram as transformações sofridas pelo conhecimento, desde os primeiros registros até a forma como ele aparece nos livros didáticos.

Trabalhado o experimento de Stern-Gerlach[6], geralmente associado à descoberta do spin do elétron, e que desempenhou um importante papel no desenvolvimento da teoria quântica no século XX. Analisando os trabalhos originais e utilizando alguns fatos da história da ciência, verificaram-se as modificações sofridas por este conteúdo até a forma em que ele é apresentado nos livros didáticos utilizados nos cursos de graduação em Física e Engenharias. Os autores concluem que o estudo realizado parece indicar que os livros produzem, com fins pedagógicos, a desincretização e a descontextualização, preservando, no entanto, a personalização dos fatos históricos relatados. Neste caso, a descaracterização histórica do saber físico vem acompanhada de uma narrativa que busca apresentar a ciência como uma empreitada racional.

[5]É uma suposta submissão do relato histórico a propósitos didáticos que visam reforçar a racionalidade interna da ciência.

[6]O experimento de SG consiste em fazer um feixe de átomos passarem por um campo magnético não-homogêneo produzido por um ímã, e analisar a deposição desses átomos em uma placa coletora na saída do mesmo.

Manzini (2006) investigou as possibilidades e os limites de uma experiência de ensino-aprendizagem de conteúdos (atitudinais, procedimentais e atitudinais) de Física, gravados em CD-ROM, com alunos dos cursos de Engenharia, com o objeto de aprendizagem busca-se promover uma aprendizagem com significado e minimizar a aprendizagem mecânica e temporária no qual são trabalhados com base na "Epistemologia" de Jean Piaget e de Gaston Bachelard. Com esse intuito, foram desenvolvidos todos os conceitos de Física mecânica de forma interativa, com afirmações, perguntas, que propiciam as múltiplas reflexões necessárias para a compreensão do aluno.

2.5 Temática 5 – Tecnologia da Informação e Instrumentação

Garcia e Dickman (2007) apresentam um estudo sobre algumas contribuições das atividades de simulação gráfica computacional no ensino de Física moderna para alunos de um curso de Engenharia. Analisando as respostas de um questionário aplicado a aproximadamente 40 alunos, antes e após a realização de um seminário sobre o efeito fotoelétrico, onde a participação dos mesmos de uma simulação gráfica sobre o fenômeno. Concluíram que os alunos mostraram um entendimento melhor do efeito fotoelétrico em termos gerais, por contada interação com a simulação computacional o grau de entendimento dos alunos em relação aos detalhes do fenômeno foi mais expressivo.

Laudares et al. (2012) apresenta uma proposta experimental com o objetivo de melhorar a percepção do aluno com relação à elaboração, construção e manipulação de equipamentos experimentais, ela visa atender a necessidade de inserir na vida acadêmica dos alunos, tecnologias que até então não eram exploradas por complicações em sua construção física ou por terem valores elevados. A partir dessa ideia, optou-se por introduzir a plataforma Arduíno. Essa escolha ocorreu por permitir a união de vários saberes, entre eles a utilização de linguagem de programação simplificada, a prática experimental para aquisição e tratamento de dados e,finalmente o olhar físico para entendimento dos resultados experimentais obtidos. A metodologia inicial contempla cursos introdutórios para utilização do equipamento e apresentação dos principais componentes eletrônicos utilizados para se medir alguma grandeza física de interesse.

Da pesquisa de revisão de literatura destacamos as principais tendências, desafios e perspectivas do Ensino de Física.

2.6 O Ensino-aprendizagem da Física na Engenharia Civil: Principais Tendências, Desafios e Perspectivas

Dentre as principais tendências do ensino de Física na Engenharia Civil podemos destacar as aulas teóricas e descritivas, distante da realidade dos alunos, com ênfase na linguagem matemática desprovida de um embasamento experimental, desvinculando os conteúdos de suas possíveis relações com os fatos do cotidiano e das disciplinas específicas do curso, o que representa um descompasso entre o que o aluno aprende na Universidade e o mundo deles.

O ensino da Física estimula a aprendizagem mecânica de conteúdos desatualizados, pois ela continua sendo ensinada como no século XIX (Moreira, 2014), tende para o desinteresse em geral, um baixo rendimento, que resulta em altos índices de reprovação, retenção e abandono (BARROS, 2004).

Outro fator que contribui para o desinteresse dos alunos está relacionado com a separação entre as disciplinas nos cursos de Engenharia, que é dividido em três partes: básico, profissionalizante, específico. E, o que é pior ainda, impõe um completo distanciamento entre as disciplinas que compõe o todo, tornando o processo cognitivo complexo e desestruturado. No primeiro ciclo – o básico - uma seqüência de disciplinas é planejada para repassar aos estudantes os fundamentos necessários ao próximo ciclo. Porém, na prática, tem-se observado que não raramente estes conteúdos têm sido colocados como se tivessem fins em si mesmos, relegando a um plano secundário o papel primordial de um curso de Engenharia (KAUNH e BAZZO, 2004, p.5).

Seja por falta de infraestrutura para implementar novas soluções, inércia do sistema universitário ou mesmo por desconhecimento de alternativas viáveis de mudança, essa estratégia quase milenar ainda hoje é onipresente no ambiente escolar. Em sua face mais visível, o chamado ensino tradicional está fortemente associado com a evasão escolar, a aprendizagem mecânica e a desmotivação para aprender por parte dos estudantes. Diversas são as recomendações abstratas e gerais, de cunho pedagógico, feitas aos professores para reverter esse quadro. Contudo, poucas são as alternativas concretas

apresentadas, em especial no Ensino de Física nas disciplinas básicas dos cursos de Engenharia (ARAÚJO; MAZUR, 2013).

A tendência do ensino da Física é o ensino para memorização, ao invés do entendimento, treinar para as provas, ensino centrado no docente, fragmentação do conhecimento, o aluno trabalha sozinho sem articulação com os colegas, aulas teóricas, sem experimentos; geralmente baseado em apostilas ou no livro texto do Halliday e Resnick.

Como oferecer aos alunos um ensino contextualizado, que vise ao desenvolvimento de aprendizagem de conceitos, habilidades e atitudes, para formar alunos capazes de compreender os conceitos, de tecer relações entre as disciplinas especificas de seu curso.

Os desafios atuais do processo ensino-aprendizagem da Física na Engenharia são como deve ser o processo, quais ações e estratégias devem ser adotadas para tornar o futuro profissional competente, como contextualizar a disciplina e como abordar de maneira significativa a teoria e prática no curso.

As universidades desenvolvem papel fundamental no processo de formação dos engenheiros; e os professores que atuam nessa área devem desenvolver uma nova prática pedagógica, pois apesar de toda pesquisa relacionando a Física ao curso de Engenharia poucos enfocam a interdisciplinaridade.

Quais estratégias que o professor precisa adotar para que o ensino-aprendizagem da Física não fique centrado na veiculação de informações e curiosidades da ciência. Mas, que seja dado enfoque na construção do conhecimento em um contexto mais amplo que envolva os conteúdos e interdisciplinaridade. Os professores não devem confiar na existência dos pré-requisitos e devem fazer uma ampla revisão da matemática visando nivelar a turma, através da prática de exercícios que exija raciocínios.

Para isso o professor precisa elaborar e aplicar 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, mas como eles vão fazer isso se não foram formados para tal, como o professor de Física vai relacionar a disciplina a Engenharia, este é um desafio.

As perspectivas para o ensino-aprendizagem da Física na Engenharia Civil é que sejam centradas no estudante e no desenvolvimento de habilidades e competências,

atividades como modelagem, comunicação, validação, tecnologias da educação, simulação, laboratório físico e virtual, resolução de problemas e prática de exercícios.

Uma perspectiva de trabalhar conceitos de Física é a modelagem computacional em que equações abstratas ganham vida. É possível modelar qualquer fenômeno físico em que haja movimento uniforme (retilíneo ou curvilíneo) até estrelas binárias. Uma perspectiva para utilização desse método é o software Modellus.

A segunda perspectiva é o uso de microcontroladores e entre eles o mais utilizado, por seu baixo preço, é a placa de arduíno, que consiste em uma plataforma de microcontrolador de código aberto e linguagem padrão baseada em C/C e em softwares e hardwares livres. O sistema arduíno permite a leitura simultânea de dezenas de sensores, tanto digital como analógico. No que diz respeito ao ensino de Física tem grande aplicabilidade, pois é possível ler dados de qualquer fenômeno físico detectável por sensores, aceleração, movimento, oscilação, resfriamento, evaporação e queda dos corpos, eletricidade e termodinâmica.

A terceira perspectiva, a Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)é uma metodologia de aprendizagem ativa, onde os estudantes são estimulados a investigar, resolver e explicar problemas relacionados às problemáticas de seu curso, em grupo busca as informações para solucionar o problema, o professor assume o papel de facilitador da aprendizagem e orientam os alunos através de ciclos de aprendizagem (Silva, 2014), a ABP prepara os alunos para pensarem critica e analiticamente, priorizando a compreensão dos fatos, em vez da simples memorização de conceitos (Duch, 2008; Kurietal 2003), não se restringe ao livro didático favorecendo o interesse e a motivação dos alunos no processo de aprendizagem, uma vez que possibilita que os estudantes, controlem o seu aprendizado podendo obter novos conhecimentos, resolvendo problemas e desenvolvendo habilidades como comunicação, liderança, trabalho em equipe (CARVALHO e LIMA, 2006).

Instrução por Colegas (IpC), nesta metodologia de ensino o professor disponibiliza previamente materiais para estudo e questões conceituais para ser discutido pelos alunos, e através da interação entre os estudantes vão conhecendo os conceitos fundamentais dos conteúdos. O método funciona da seguinte maneira: Após uma breve apresentação são divididas em pequenas séries de apresentações orais por parte do professor, focadas nos conceitos principais a serem trabalhados, seguidas pela

apresentação de questões conceituais para os alunos responderem primeiro individualmente e então discutirem com os colegas. Mais especificamente, após uma breve exposição oral (aproximadamente 15 min.) o professor apresenta aos alunos uma questão conceitual, usualmente de múltipla escolha, que tem como objetivos promover e avaliar a compreensão dos aprendizes sobre os conceitos mais importantes apresentados (ARAÚJO; MAZUR, 2014).

Outras estratégias de ensino-aprendizagem têm sido formuladas na literatura, como, por exemplo, a unificação das Físicas teórica e experimental (Almeida et al., 2001), com o intuito de contextualizar a metodologia científica a partir da correlação entre os modelos e a observação experimental, assim como a aplicação de diferentes abordagens para a construção de um ambiente de aprendizagem mais eficiente (CURY, 2000).

> Kyteet al. (2010) salientam que as habilidades a serem desenvolvidas nos estudantes devem ser função da natureza ampla e multidisciplinar dos problemas de Engenharia. O objetivo das instituições de ensino deveria ser conduzir os estudantes a níveis elevados de processos cognitivos e conhecimento baseado em dimensões taxonômicas. Para Alvarstein e Johannesen (2001) é preciso aplicar métodos de ensino que permitam aos estudantes serem mais ativos na busca dos seus próprios conhecimentos. Desta forma, o processo de formação deveria ser conduzido por técnicas de ensino-aprendizagem ativas ou que tivessem uma abordagem diferenciada. Neste caso, o estudante passaria a ser também responsável pela construção do seu próprio conhecimento. As atividades conduziriam ao desenvolvimento de habilidades para atuar em um ambiente interdisciplinar e mais interativo (DA SILVA JÚNIOR, 2014).

3. METODOLOGIA

O método equivale a dizer "ordem".
(Titone, 1976)

3.1 Delineamento Misto Sequencial Exploratório

Em nossa pesquisa utilizamos o delineamento misto sequencial exploratório, que é uma abordagem de investigação que combina ou associa a forma qualitativa e quantitativa. 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; PLANO CLARK, 2013).

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 inicio 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).

Pesquisadores 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.

Embora a abordagem qualitativa e quantitativa se diferencie por seus pressupostos filosóficos, a opção pelo método misto foi por possuir pressupostos na interdisciplinaridade e em razão de sua natureza pragmática. A premissa central é que o uso de abordagens qualitativas e quantitativas em combinação fornece uma melhor compreensão dos problemas de pesquisa do que qualquer abordagem isoladamente (CRESWELL; PLANO CLARK, 2013, p. 5).

Dentro dos métodos mistos utilizamos a estratégia exploratória sequencial, que é uma estratégia sequencial de duas partes, onde começamos explorando qualitativamente um tópico antes de partir para uma segunda fase, a quantitativa.

Na pesquisa qualitativa exploramos o ambiente dos participantes da pesquisa (Universidades) através da análise documental e entrevistas com coordenadores e professores da disciplina Física dos cursos de Engenharia Civil. Para Creswell (2010), aqueles que se envolvem nessa forma de investigação apóiam uma maneira de encarar a pesquisa que honra um estilo indutivo, um foco no significado individual e na importância da complexidade da situação (p.26). A partir dos resultados exploratórios, conduzimos uma segunda fase, a pesquisa quantitativa.

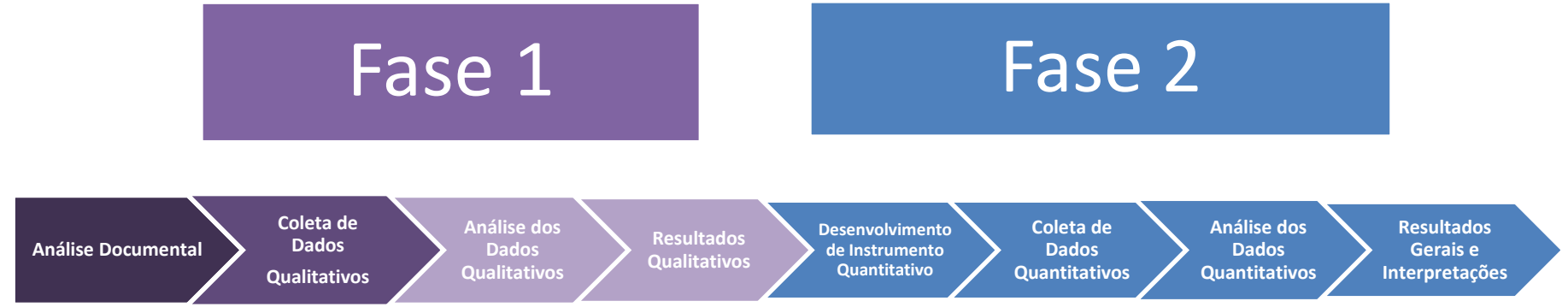
A pesquisa quantitativa foi realizada através da aplicação de questionários aos alunos de Física do curso de Engenharia Civil das três universidades, a fim de mensurar as variáveis e as tendências estatísticas. Assim, as múltiplas visões de mundo são utilizadas no projeto de métodos mistos, e as visões de mundo deslocam-se de uma fase para a outra (Figura 3).

A combinação de dois métodos de pesquisa, a qualitativa e a quantitativa, é uma abordagem que possui pressupostos na interdisciplinaridade. Na metodologia mista, os dados coletados por um tipo de abordagem – a qualitativa, por exemplo - proporcionam a base para a coleta de dados por outro tipo de abordagem – como, por exemplo - a quantitativa.

Em alguns casos, a segunda fase é usada para confirmar, ou não, as inferências feitas na primeira fase ou para proporcionar explanações adicionais para resultados inesperados nesta mesma. A utilização de duas abordagens de forma sequencial não visa reduzir uma abordagem em relação à outra, nem definir uma delas como sendo a verdadeira (FLICK, 2009, p. 43).

O resultado da nossa pesquisa foi a elaboração de uma proposta de habilidades e competências que poderão ser desenvolvidas na disciplina de Física nos cursos de Engenharia Civil.

Figura 3**:**Diagrama Visual: Métodos Mistos



Procedimentos: Estado da Arte, Seleção e Análise dos PPCs, DCNs e Plano de Ensino. **Resultado**: Análise Documental e Estado da Arte.	**Procedimentos:** Entrevistas Individuais semi-estruturadas (coordenador e Professor) **Resultado**: Transcrições das Entrevistas e Anotações.	**Procedimentos:** Desenvolvimento Temático **Resultado**: Análise das Entrevistas.	**Procedimentos:** Descrever as categorias **Resultado**: Análise e Interpretação das Categorias.	**Procedimentos**: Construção dos itens para o questionário com os alunos, partindo da análise qualitativa. **Resultado**: Instrumento Questionário	**Procedimentos:** Aplicação do questionário com os alunos **Resultado**: Dados Numéricos Mensuráveis.	**Procedimentos:** Análise Estatística **Resultado**: Análise e Interpretação dos Resultados Estatísticos.	**Procedimentos:** Interpretação e Integração dos resultados obtidos nas duas fases. **Resultado**: Proposta das Habilidades e Competências para o Ensino da Física na Engenharia Civil. **Validação**: Método Delphi.

Fonte: adaptado de GRAVONSKI, 2013

3.2 Local da Pesquisa

A cidade de Manaus tem seis instituições de ensino superior (IES) que oferecem graduação em Engenharia Civil. Estas instituições são:

1. Faculdade Metropolitana de Manaus – FAMETRO
2. Centro Universitário Luterano de Manaus – ULBRA
3. Centro Universitário do Norte – UNINORTE
4. Universidade Nilton Lins – UNINILTON LINS
5. Universidade do Estado do Amazonas – UEA
6. Universidade Federal do Amazonas – UFAM

Nossa pesquisa foi realizada em três Instituições de Ensino, por serem as únicas universidades da cidade, as outras são faculdades e centro universitário. Também decidimos fazer nessas universidades já que consideramos interessante a comparação entre as propostas da universidade estadual, federal e particular pois a formação do engenheiro deve cumprir com as mesmas exigências. A modalidade de engenheira civil foi selecionada, por que sou professora do curso de Engenharia Civil há mais de 10 anos e minha pesquisa de mestrado foi na mesma temática.

A partir do Projeto Pedagógico de Curso de Engenharia Civil das IES, obtivemos as seguintes informações:

A Universidade Federal do Amazonas

A Universidade Federal do Amazonas – UFAM é uma instituição de ensino superior pública federal que tem como missão cultivar o saber em todas as áreas do conhecimento por meio do ensino, pesquisa e da extensão, contribuindo para a formação de cidadãos e o desenvolvimento da Amazônia.

O Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Amazonas foi reconhecido através do decreto presidencial nº 69.924, de 13 de janeiro de 1972. Seu local de funcionamento é na sede da Faculdade de Tecnologia – FT na av. General Rodrigo Otávio, 6200 - Coroado I.

A Universidade do Estado do Amazonas

A Universidade do Estado do Amazonas – UEA é uma instituição de ensino superior pública estadual que tem como missão promover a educação, sustentada pela indissociabilidade entre o ensino, pesquisa e extensão, para desenvolver o conhecimento científico, particularmente sobre a Amazônia, através de cursos de nível superior, com base em valores éticos capazes de formar, qualificar e integrar o homem à sociedade e de contribuir para o fortalecimento das políticas governamentais de desenvolvimento sustentável do Estado do Amazonas e da Região Amazônica.

O Curso de Engenharia Civil da UEA foi autorizado pela Lei delegada nº 42, de 29 de julho de 2005, seu local de funcionamento é na Escola Superior de Tecnologia (EST) Av. Darcy Vargas, 1200 – Parque 10.

A Universidade Nilton Lins

A Universidade do Nilton Lins - UNINILTON LINS é uma instituição de ensino superior privada que tem como missão Educar a Amazônia, por meio da construção de um novo conceito de educação superior na região Amazônica.

O Curso de Engenharia Civil da Universidade Nilton Lins foi autorizado pelo ato legal: Portaria GR N. 30/1999, seu endereço de funcionamento é a Av. Professor Nilton Lins, 3259 - Parque das Laranjeiras.

A pesquisa nessas universidades foi desenvolvida tendo como população os coordenadores e os professores da disciplina de Física do curso de Engenharia Civil e amostra dos alunos finalistas.

3.3Sujeitos da Pesquisa

O interesse em pesquisar questões referentes ao ensino da Física no curso de Engenharia Civil nos conduziu a investigar o ponto de vista dos coordenadores, professores e alunos a fim de buscar contribuições para a pesquisa, confrontando as informações dos três diferentes grupos, cujas características constam a seguir:

Coordenadores

Os coordenadores são sujeitos da pesquisa por participarem da condução do curso, serem membros do Núcleo Docente Estruturante (NDE) e presidentes do colegiado de curso, responsáveis pela elaboração e homologação do PPC e gerindo de uma maneira geral o curso.Apesar de pesquisarmos três universidades, foram entrevistados quatro (4) coordenadores, pois em uma das universidades o curso é dividido em dois ciclos e para cada ciclo há um coordenador.

Professores

Os professores das disciplinas de Física, por conduzirem o processo ensino aprendizagem, forneceram informações sobre elaboração de plano, tempo de trabalho, estratégias metodológicas, processos de avaliação, conhecimento do PPC possibilitando conhecer e planejar sua atuação no ensino. Foram entrevistados 15 professores, cinco de cada universidade, que ministram ou ministraram a disciplina Física para o curso de Engenharia Civil.

Alunos

Fizeram parte desta pesquisa 30 alunos do curso de engenheira civil dos últimos períodos, sendo 10 alunos de cada universidade, eles foram escolhidos aleatoriamente tendo em consideração as dificuldades de horários e a greve em uma das instituições.

3.4 Instrumentos de Coleta e Análise de Dados

A entrevista e o questionário foram os instrumentos de coleta de dados selecionados para abordar os coordenadores, os professores e os alunos das IES.

A partir do referencial teórico e da revisão de literatura da área, elaboramos a entrevista para aplicação com os coordenadores e professores (apêndice A e B), utilizamos a entrevista semiestruturada para possibilitar uma melhor interação durante a pesquisa.

Para os alunos aplicamos o questionário, que foi elaborado a partir dos resultados iniciais dos dados coletados e analisados na primeira fase, que nos forneceram subsídios para desenvolvermos o instrumento (apêndice C) para coletar dados referentes ao ensino

de Física e a relação com o futuro perfil profissional nos alunos dos cursos de Engenharia Civil.

Esses instrumentos de coleta de dados foram usados para abordar os participantes em dois momentos: o primeiro, na pesquisa qualitativa, as entrevistas semiestruturadas com os professores e coordenadores, e no segundo, na pesquisa quantitativa, o questionário com os alunos. A utilização dos métodos qualitativo e quantitativo nos permitiu uma melhor visibilidade para analise dos dados e resultados.

3.4.1 Elaboração e Realização das Entrevistas

As entrevistas com os coordenadores e professores

As entrevistas realizadas com os coordenadores e professores tiveram a finalidade de explorar:

1. Relevância do conhecimento dos professores das Diretrizes Curriculares Nacionais.
2. O acesso dos professores e alunos ao Projeto Pedagógico do Curso.
3. A necessidade de reunião para elaboração e avaliação do plano de ensino.
4. A importância dos professores priorizarem o desenvolvimento de habilidades nas aulas de Física e relacionar a disciplina de Física com as disciplinas profissionalizantes da Engenharia Civil.

As entrevistas semiestruturadas (apêndice A e B) constavam de dez (10) perguntas que serviram de orientação para a pesquisadora e foi dividida em três (3) partes:

1. Apresentação da pesquisa e solicitação para gravar.
2. Realização das perguntas.
3. Solicitação de contribuição para a pesquisa e agradecimentos.

3.4.2 Elaboração e Realização dos Questionários

O questionário aplicado aos alunos foi elaborado depois de analisadas as entrevistas com os coordenadores e professores e seguiu uma estrutura que o definia em três (3) dimensões baseadas no resultado da análise qualitativa:

1. Processo ensino-aprendizagem.

2. Habilidades e competências.
3. Currículo.

O instrumento foi avaliado por cinco (5) profissionais: um engenheiro civil, uma professora de Física, uma professora de Língua Portuguesa, um pedagogo e um profissional da Estatística, que fizeram várias sugestões; após analisadas foram implementadas na realização de um teste piloto aplicado a quatro (4) alunos.

Após analise e correção de alguns erros encontrados no teste piloto, iniciamos a aplicação aos trinta (30) alunos, dez de cada IES. Que em duas instituições foram aplicadas em sala de aula pela pesquisadora e em uma das universidades pelo coordenador do curso, devido às dificuldades de acesso da pesquisadora em encontrar os alunos e a diversidade de horários de alunos e professores.

3.5 A Pesquisa Qualitativa

Na primeira fase da investigação utilizamos a pesquisa qualitativa exploratória, de natureza interpretativa. Precisávamos explorar nosso problema e estudar para identificarmos variáveis que não podem ser medidas facilmente ou escutar vozes silenciadas. Esse detalhe só pode ser estabelecido falando diretamente com as pessoas e lhes possibilitando que contem histórias livres do que esperamos encontrar ou do que lemos na literatura, podemos colaborar diretamente com os participantes, fazendo-os examinarem nossas perguntas de pesquisa (CRESWELL, 2014).

Nesta fase qualitativa optou-se pela análise de dados multifocais. Na análise de dados multifocais, combinam-se mais de uma forma de coleta de dados como, por exemplo, o uso de documentos institucionais que favorece o entendimento das narrativas obtidas nas entrevistas (GRAVONSKI, 2013).

3.5.1 Análise documental

A pesquisa primeiramente foi submetida ao comitê de ética, através da Plataforma Brasil, esse processo levou três meses para ser efetivado, pois essa plataforma exige muitos documentos, que passam por diversos setores e precisam ser analisados, autenticados, escaneados e enviados de volta a plataforma, onde devem ser aprovados

pelo comitê de ética, através de seu colegiado, caso algum documento não tenha aprovação, que foi o nosso caso, o processo é novamente iniciado. Após aprovação do projeto de tese iniciamos nossa pesquisa.

No primeiro momento fizemos a análise do contexto da universidade, por meio de seus documentos institucionais o PPC e planos de ensino da disciplina de Física.

No segundo momento do estudo qualitativo, fizemos a análise sob a perspectiva dos sujeitos deste contexto. Conforme abordamos anteriormente a técnica de coleta de dados foi à entrevista individual semi-estruturada, conversação gravada e depois transcrita, tendo apenas um roteiro inicial com perguntas abertas (Apêndice A e B).

No momento da entrevista, todos os coordenadores e professores assinaram um termo de consentimento (TCLE), informando sobre a utilização dos dados em publicações, desde que garantido o anonimato e também foram informados quanto aos objetivos do estudo a que se destinava a entrevista.

Para a coleta de dados, fizemos contato inicial com os coordenadores dos cursos de Engenharia Civil, solicitando a permissão para o estudo, a qual foi concedida mediante carta de anuência.

As análises documentais servem para a contextualização das informações das rotinas institucionais e para a busca de informações de legitimação de como se dá os processos dessa rotina (FLICK, 2009, p. 235).

A análise documental propiciou a compreensão das especificidades do contexto dos sujeitos participantes do estudo para a elaboração do protocolo de entrevista e para analise dos dados obtidos neste estudo.

A construção do corpus de análise considerou a intertextualidade entre os documentos institucionais e a inter-relação com documentos exteriores à instituição. Os documentos analisados foram as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia (DCNs), o Projeto Pedagógico de Curso (PPC) e os planos de ensino das disciplinas de Física do curso de Engenharia Civil.

3.5.2 As Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia

Em 2002, o Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior, por meio da Resolução CNE/CES 11 (MEC, 2002),instituiu as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, cujo objetivo básico foi orientar os

cursos de graduação para ter como perfil do formando/egresso um engenheiro com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, com 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. (BRASIL, 2002, p. 1).Não existem Diretrizes Nacionais específicas para o curso de Engenharia Civil, o que existem são Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os Cursos de Engenharia.

As DCNs de Engenharia dividem o currículo em três (3) núcleos: básico, profissionalizante e específico. No ciclo básico, que deve ter cerca de 15% da carga horária mínima do curso, o profissionalizante , cerca de 15% da carga horária mínima e o núcleo de conteúdos específicos que se constitui em extensões e aprofundamentos dos conteúdos do núcleo profissionalizante, bem como de outros conteúdos destinados a caracterizar a modalidade. A disciplina Física, faz parte do núcleo de disciplinas básicas, e para as DCNs é obrigatória a existência de laboratório (Anexo A).

As DCNs esclarecem que a formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades gerais, elencamos os objetivos que podem ser desenvolvidos dentro da disciplina de Física:

I - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à Engenharia;

II - projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;

III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;

IV - planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia;

V - identificar, formular e resolver problemas de Engenharia;

VI - desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;

VIII – comunicar-se eficientemente na forma escrita, oral e gráfica;

No artigo 5º as DCNs enunciam que cada curso de Engenharia deve possuir um Projeto Pedagógico que demonstre claramente como o conjunto de atividades previstas garantirá o perfil desejado de seu egresso e o desenvolvimento das habilidades e

competências esperadas, dando ênfase a necessidade de reduzir o tempo em sala de aula, favorecendo o trabalho individual e em grupo dos estudantes.

3.5.3 Projeto Pedagógico dos Cursos de Engenharia Civil

Ao analisarmos os Projetos Pedagógicos dos Cursos de Engenharia Civil levamos em consideração as recomendações do Instrumento de Avaliação dos Cursos de Graduação e analisamos o perfil profissional do egresso e o currículo.

Das universidades pesquisadas foram na seguinte ordem: Federal, Estadual e Privada, para efeito de anonimato nomearemos as universidades em U1, U2 e U3 cumprindo as exigências dadas pelo CEP.

Ano de Publicação dos Projetos Pedagógicos

Quadro 5 - Ano de Publicação dos PPCs

Universidades pesquisadas	Ano de publicação
U1	2010
U2	2009
U3	2015

Fonte: A autora

Perfil do egresso

O perfil do egresso nas três universidades é semelhante visto que os projetos seguem as orientações do MEC, onde o egresso do Curso de Engenharia Civil é um profissional de formação generalista, que atua na concepção, planejamento, projeto, construção, operação e manutenção de edificações e de infraestruturas.

Suas atividades incluem: supervisão, coordenação e orientação técnica; estudo, planejamento, projeto e especificação; estudo de viabilidade técnico-econômica; assistência, assessoria e consultoria; direção, execução e fiscalização de obra e serviço técnico; vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico.

Esse profissional pode desempenhar cargos e funções técnicas, elaborar orçamentos e cuidar de padronização, mensuração e controle de qualidade. Pode coordenar equipes de instalação, montagem, operação, reparo e manutenção. Executar

desenho técnico e se responsabilizar por análise, experimentação, ensaio, divulgação e produção técnica especializada.

Também poderá coordenar e supervisionar equipes de trabalho, realizar estudos de viabilidade técnico-econômica, executar e fiscalizar obras e serviços técnicos; e efetuar vistorias, perícias e avaliações, emitindo laudos e pareceres. Em suas atividades deve considerar a ética, a segurança, a legislação e os impactos ambientais.

A formação deste profissional está dividida em duas partes, onde a primeira é o perfil comum, cuja formação é generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado 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 humanista, em atendimento às demandas da sociedade; e a segunda o perfil específico, onde a compreensão dos elementos e processos concernentes ao ambiente natural construído, com base nos fundamentos filosóficos, teóricos e metodológicos da Engenharia e a aplicação desse conhecimento na busca do desenvolvimento social; domínio e permanente aprimoramento das abordagens científicas pertinentes ao processo de produção e aplicação dos conhecimentos adquiridos.

Currículo

O currículo do curso é composto de disciplinas de caráter obrigatório e eletivas, deve ser cumprido integralmente pelo aluno afim de que ele possa qualificar-se para a obtenção do diploma, o curso tem duração de cinco (5) anos.

Observamos também que os currículos dos cursos dão ênfase excessiva à acumulação de conteúdos, de natureza predominantemente técnica e científica.Esse tipo de currículo poderia ser classificado como coleção, onde há uma estrutura bastante fechada, com profundas fronteiras entre os conteúdos e forte enquadramento teórico, Cunha(2002). A forma como os currículos são estruturados define o processo de ensino-aprendizagem que neles acontece, com uma carga horária excessiva de contato direto sinaliza um ensino centrado no professor, enquanto que a separação entre as matérias das ciências básicas, aplicadas e profissionalizantes dificulta o entendimento da importância da Física na prática profissional (RIBEIRO, 2005).

O que observamos no PPC das universidades é que apesar de todas as orientações das DCNs sobre a formação do perfil do egresso para o desenvolvimento de habilidades e competências, os projetos de curso pautam as ações no encadeamento cartesiano, através dos pré-requisitos, a seriação e o estabelecimento de uma ordem para o estudo através do currículo das disciplinas.

Certamente essa configuração é necessária, pois sem ela não se viabilizaria o estudo acadêmico. Porém acreditamos que trabalhando o currículo desse modo não alçaremos a formação do engenheiro competente.

A supervalorização das diretrizes na estrutura disciplinar não permite contemplar a diversidade de contextos, de centros de interesse e de possíveis percursos, o que acaba por fragmentar o significado dos objetos de conhecimento. Isto não favorece a formação pessoal, profissional e não estimula o trabalho em equipe, dificultando as necessárias interações entre as diversas disciplinas componentes dos currículos nos cursos de graduação (POMMER, 2012).

O eixo cartesiano é necessário e essencial para a organização educacional e para a formação profissional, através de um necessário elenco de disciplinas. Porém, a preocupação excessiva na organização em departamentos acaba por limitar a interação acadêmica e a imprescindível partilha de conhecimentos tácitos a serem desenvolvidos nas diversas disciplinas (MACHADO, 2009).

No PPC constam às habilidades e competências sendo que as mesmas aparecem nas DCNs, porém torna-se evidente que elas não são especificas para o curso de Engenharia Civil, já que elas são direcionadas para os cursos de engenheira de maneira geral.

3.5.4 A Física e o Projeto Pedagógico de Engenharia Civil

A Física faz parte do ciclo básico, que corresponde aos dois primeiros anos e é ofertada em três (3) disciplinas: a Física I (Mecânica), Física II (Gravitação, Ondas e Termodinâmica) e Física III (Eletricidade).

Geralmente a disciplina Física I é ministrada no primeiro período, porém na Universidade 1 (U1), ela está no terceiro período, pois com a intenção de minimizar o índice de reprovação e evasão causada na IES pela disciplina, o Núcleo Docente Estruturante (NDE) resolveu em 2010, quando da mudança da matriz, inserir a disciplina

de Introdução ao Cálculo no primeiro período, Cálculo I no segundo, onde os alunos estudam derivada e integral que lhe darão subsídios para resolver os problemas de Física I.Nesta universidade não há prática de Laboratório de Física, apesar de a mesma ser exigida nas DCNs, está contemplada no PPC do curso e a Instituição ter um laboratório equipado com aparelhos e instrumentos de medidas, as aulas são todas teóricas, com a carga horária de 120h, conforme o quadro 6.A Física II é ministrada no 4º período e a Física III no quinto.

Quadro 6– Carga Horária da Disciplina de Física I

Universidades pesquisadas	Disciplina/Período	Carga Horária (h)
U1	Física I / 3º	120
	Física I/1º	75
U2	Laboratório de Física I/1º	30
	Física I/1º	60
U3	Laboratório de Física I/1º	30

Fonte: A autora

Na Universidade 2, a disciplina Física I é ministrada no primeiro período dividindo-se em Física I e Laboratório de Física I , e a Física II no segundo período com a Física II e Laboratório de Física II. Porém a Física III, não faz mais parte da matriz curricular do curso, pois a constante falta de contextualização dos professores que ministravam a disciplina fez o NDE do curso, trocar o nome da disciplina para Eletricidade, que é ministrada pelo departamento de Engenharia Elétrica, a disciplina é ministrada no sétimo período por um engenheiro (Quadro 8).

Quadro 7– Carga Horária da Disciplina de Física II

Universidades pesquisadas	Disciplina/Período	Carga Horária (h)
U1	Física II / 4º	80
	Física II/2º	75
U2	Laboratório de Física II/2º	30
	Física II/2º	60
U3	Laboratório de Física II/2º	30

Fonte: A autora

Semelhantemente na Universidade 3, a disciplina Física I é ministrada no primeiro período dividindo-se em Física I e Laboratório de Física I , e a Física II no segundo período com a Física II e Laboratório de Física II. Porém a Física III, a partir 2015 não faz mais parte da matriz curricular do curso, recebendo o nome de Eletricidade Geral e sendo ministrada no terceiro período por um engenheiro.

Quadro 8– Carga Horária da Disciplina de Física III

Universidades pesquisadas	Disciplina/Período	Carga Horária (h)
U1	Física III / 5º	80
U2	Eletricidade / 7º	75
U3	Eletricidade Geral / 3º	60

Fonte: A autora

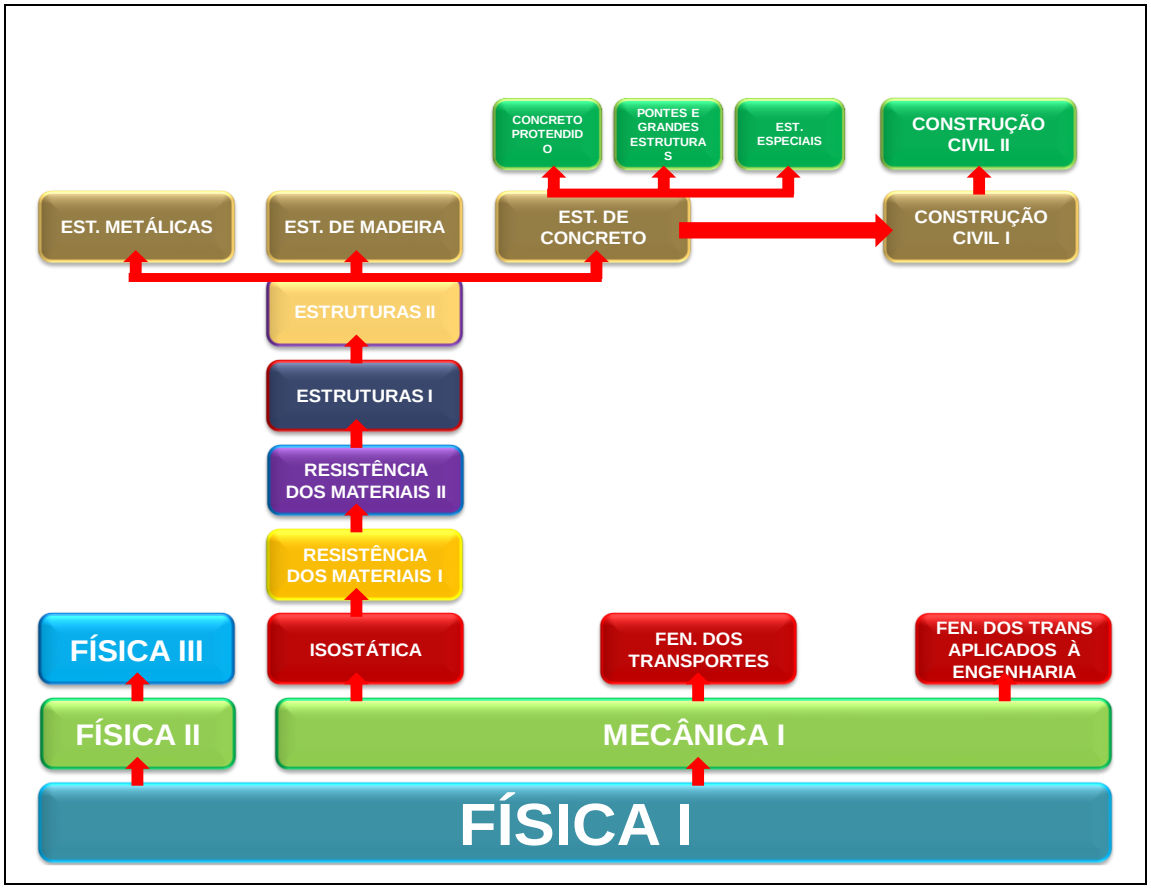
Na Engenharia Civil o ensino da Física precisa ser contextualizado, pois a mesma estuda a natureza e seus fenômenos, analisa suas propriedades, descreve e explica a maior parte de suas conseqüências, pois estuda desde os conceitos como grandezas, torção, dilatação, força, movimento, rotação, energia, equilíbrio, elasticidade, resistência, temperatura, eletricidade até a conversão desses conteúdos da Física em tecnologia da Engenharia Civil.

Esses conteúdos são necessários e pré-requisitos das disciplinas profissionalizantes e especificas, precisam ser desenvolvidas as habilidades na disciplina, pois serão necessárias para que o aluno execute diversas atividades como: construção e manutenção do ambiente físico, construção de casas, edifícios, estradas, pontes, barragens, ciclovias, aeroportos entre outros.

Da analise da matriz curricular verificamos a importância dos conteúdos ministrados na Física para o curso de Engenharia Civil, pois dezoito (18) disciplinas têm a Física I como pré-requisitos e vinte e sete (27) disciplinas têm a Física II (Figura 4 e 5), ressaltando-se a importância da disciplina Física na formação deste profissional.

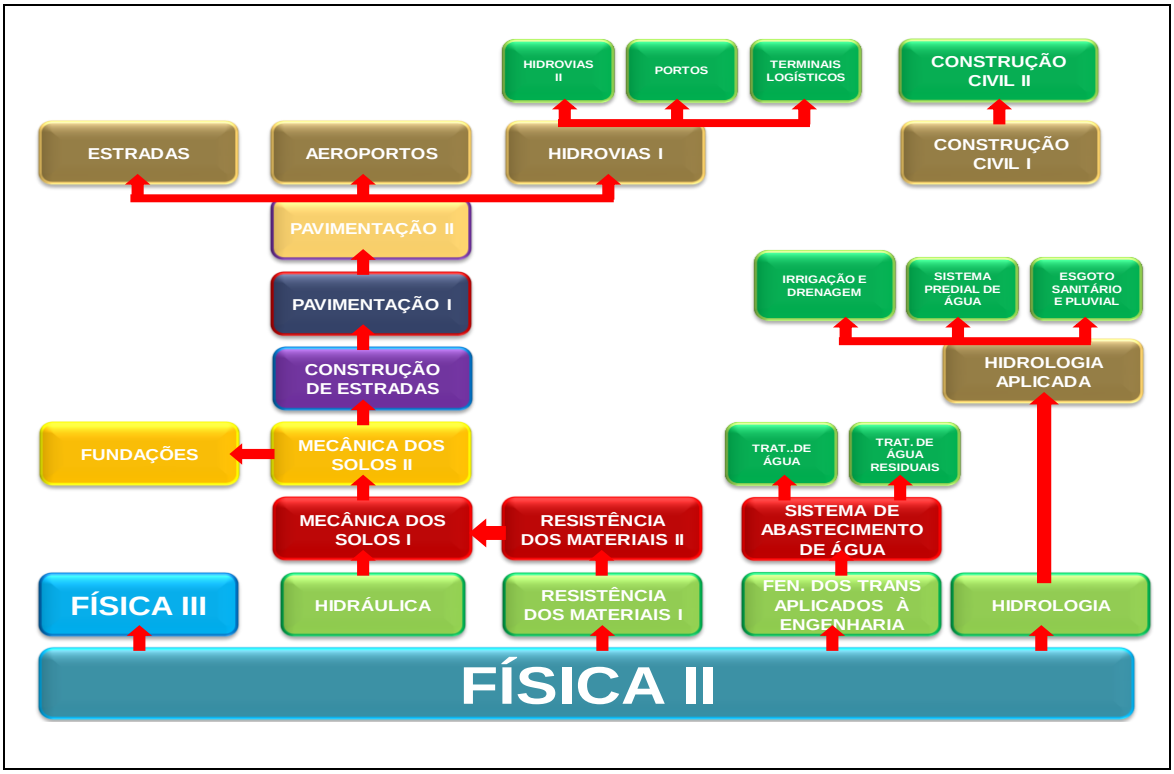
Neste contexto, a disciplina de Física é fundamental para a Engenharia Civil,entretantoé ministrada de maneira fragmentada, com resolução de problemas descontextualizados, memorização de equações, fórmulas e postulados e tem o livro didático como seu único recurso didático.

Figura 4 - Física I – Curso Engenharia Civil



Fonte: A autora

Figura 5 - Física II – Curso Engenharia Civil



Fonte: A autora

Nas figuras apresentadas anteriormente fica evidente a importância da Física no curso de Engenharia Civil.

3.5.5 O Plano de Ensino da Física

Ao analisarmos os planos de ensino de Física, das três universidades pesquisadas, observamos apenas um sequenciamento de conceitos, conforme a ementa da disciplina. Não existe referencia a metodologias, nem procedimentos de avaliação relacionados a habilidades e atitudes, o que demonstra que a interdisciplinaridade descrita nos Projetos Pedagógicos não está presente nos planos analisados.

O plano de ensino é semelhante nas três IES, na U1 e U2 deles constam as ementas, objetivo geral, objetivos específicos, conteúdo programático, procedimento, metodologia de avaliação e bibliografia, exceto na U3 que não aparecem os objetivos nem a metodologia. Ressaltamos ainda que a avaliação da aprendizagem nas U1 e U2 somente se refere aos critérios quantitativos e não há avaliação sistemática.

Analisamos os planos de Física I, Física II, porém para efeito de estudos vamos detalhar apenas o plano de ensino de Física I, onde é ministrado o conceito de Mecânica.

Constatamos que, o ensino está centralizado na aprendizagem de conteúdo conceitual, ignorando as habilidades para o desenvolvimento profissional, motivo pelo qual consideramos importante esta pesquisa.

Objetivos

O plano de ensino é a organização das ações do professor, o que ele vai fazer no processo ensino-aprendizagem da disciplina. O planejamento da disciplina se faz em função dos objetivos educacionais a serem alcançados e não unicamente em razão apenas dos conteúdos a serem transmitidos. São os objetivos que vão nortear à escolha dos métodos, dos conteúdos, das técnicas avaliativas de aprendizagem dos alunos (Masetto, 2003), no plano devem constar os objetivos gerais e os específicos,

Na U1, o objetivo geral é ensinar os fundamentos teóricos da Física I para nível superior com base nos conhecimentos de cálculo I e álgebra I e fazer prática desses conhecimentos em laboratório e o específico é mostrar a aplicação desses conhecimentos na Engenharia, tanto a base teórica quanto a prática (quadro 9), constatamos através da pesquisa que não há prática, nem experimentação no laboratório.

Quadro 9 - Objetivo Geral da disciplina de Física I

U1	Ensinar os fundamentos teóricos da Física I para nível superior com base nos conhecimentos de cálculo I e álgebra I e fazer pratica desses conhecimentos em laboratório.
U2	Reconhecer a Física como ciência natural, presente no dia a dia, sua importância no desenvolvimento econômico e tecnológico, bem como sua inserção na vida social do país.
U3	Não há objetivos

Fonte: A autora

Na U2, o objetivo geral é reconhecer a Física como ciência natural, presente no dia a dia, sua importância no desenvolvimento econômico e tecnológico, bem como sua inserção na vida social do país e o específico: entender os conceitos e leis da Física e ser capaz de relacioná-los como fenômenos do cotidiano e de aplicar na solução de problemas.

Na Universidade 3, não há objetivos para o processo de ensino-aprendizagem.

Quadro 10 - Objetivos Específicos da disciplina de Física I

U1	Mostrar a aplicação desses conhecimentos na Engenharia, tanto a base teórica quanto a pratica.
U2	Entender os conceitos e leis da Física Ser capaz de relacioná-los com fenômenos do cotidiano. Aplicar na solução de problemas.
U3	Não há objetivos

Fonte: A autora

Os objetivos específicos (quadro 10) não estão definidos de forma clara e também não compreendem as áreas de conhecimento, de habilidades, de valores ou atitudes, não indicam com clareza o que os alunos vão aprender.

Para descrever os objetivos de ensino, é necessário determinar os tipos de habilidades que expressam os conhecimentos do conteúdo ensinado e cada habilidade deve estar vinculada à solução de tarefas concretas que o aluno deve saber resolver; a linguagem das tarefas permite a ele ver o que lhe faz falta para solucionar um problema. Ao planificar os objetivos, devemos assinalar paralelamente não só as habilidades que queremos formar, mas sua qualidade, ou seja, as características que essa habilidade deve ter (ARRUDA, 2007).

A fim de que habilidades sejam desenvolvidas nas aulas de Física o docente precisa elaborar planos de ensino coerentes com a realidade do aluno, utilizar objetivos adequados ao aprendizado, modificando assim sua metodologia para que na avaliação da

aprendizagem o aluno tenha êxito e aprenda mais que conceitos; aprenda também a tomar decisões, planejar e resolver problemas.

Metodologia

A disciplina Física precisa ser ministrada de maneira interdisciplinar e seus conteúdos trabalhados de maneira integral: conceitual, procedimental e atitudinal, para que sejam desenvolvidas as devidas habilidades e competências. Nesse sentido, as estratégias metodológicas escolhidas pelo professor favorecem a dinâmica das aulas.

Na U1, as metodologias do plano de ensino para trabalhar a disciplina são: Teoria expositiva, exercícios em sala de aula, seminários e vídeos de Física, no entanto constatamos que, as aulas são todas expositivas, sem seminários, nem vídeos e os professores utilizam apostilas teóricas e o livro texto.

A U2 apresenta na metodologia apenas aulas expositivas e na Universidade 3 não há esse item.

Quadro 11 – Metodologia da Disciplina de Física I

U1	Teoria expositiva Exercícios em sala de aula Seminários Vídeos de Física
U2	Aulas expositivas teóricas
U3	Não há esse item.

Fonte: A autora

Na analise das metodologias é evidente que elas somente prestam atenção aos procedimentos formais que são colocados no plano de ensino, sem se preocupar em explicitar como as mesmas podem e devem contribuir no desenvolvimento de habilidades que levam as competências do futuro profissional.

Esse resultado confirma as pesquisas de que dificilmente os profissionais utilizam metodologias adequadas e condizentes com os objetivos do plano de ensino (CALÇAS, 2009; GRAVOSNKI, 2013)

As DCNs no artigo 8º, parágrafos 1º e 2º afirmam que o curso de Graduação em Engenharia deverá utilizar metodologias e critérios para acompanhamento e avaliação do processo ensino-aprendizagem e do próprio curso, em consonância com o sistema de avaliação e a dinâmica curricular definidos pela IES ao qual pertence.

Para Masetto (2010), a metodologia escolhida pelo docente é um forte elemento de atuação sobre a motivação dos alunos, e a sua variação permite que se atenda a diferenças individuais existentes no grupo de alunos da classe.

Avaliação

O processo de avaliação deve ser pensado, planejado e realizado de forma coerente e conseqüente com os objetivos propostos para a aprendizagem (MASETTO, 2010).

Na análise da avaliação as três universidades não descreveram o processo de avaliação, apenas explicitaram os critérios de notas e médias, conforme quadro 12.

Avaliar o desempenho de um aluno consiste em mensurar se os objetivos educacionais foram atingidos, e é de suma importância que o professor deixe claro desde o inicio do semestre através do plano de ensino-aprendizagem quais os objetivos, habilidades, atitudes e conceitos pretende que seus alunos aprendam e desenvolvam, quais as estratégias metodológicas vai utilizar e que forma de avaliação da aprendizagem será aplicada. Para que isso ocorra de maneira significativa o docente deve ter conhecimento das Diretrizes Curriculares e do Projeto Pedagógico do Curso.

Quadro 12 - Avaliação da Disciplina de Física I

U1	Avaliações parciais
U2	Médias de exercícios escolares e provas parciais
U3	Defesas de lista de exercícios e duas provas

Fonte: A autora

Deparamos com argumentos dos professores sobre a dificuldade em realizar essas mudanças nos planos de ensino: o plano é unificado e mesmo quando os professores poderiam utilizar novas estratégias metodológicas relataram que têm dificuldade, visto que, não foram preparados para isso; o tempo escasso para planejar as atividades de sala de aula; a falta de base dos alunos; a produção de uma avaliação coerente com o desenvolvimento de habilidades e competências não acontece, pois os alunos não são ensinados para o desenvolvimento de habilidades.

3.5.6 As Entrevistas

Para entendermos melhor a dinâmica do ensino de Física nas três (3) universidades pesquisadas, faremos um breve relato do que foi observado e analisado nas entrevistas com os coordenadores e professores do curso de Engenharia Civil.

U1 – Na Universidade 1, o ensino de Física é ministrado no terceiro período, essa mudança ocorreu quando da mudança de matriz em 2010, nesse ano foi inserido na grade curricular a disciplina de Introdução ao Cálculo, com a finalidade de revisar a Matemática do Ensino Médio, Cálculo I ficou no segundo período e somente no terceiro já com a base da Matemática necessária é ministrada a disciplina de Física I. Porém essa mudança não resolveu de modo significativo o problema de desinteresse, motivação, reprovação e evasão nas disciplinas de Física, visto que a mesma é ministrada de maneira descontextualizada, somente com exposição oral, sem laboratório, nem aplicação ao curso de Engenharia, o plano de ensino é "padrão", foi elaborado em 2011, e a equipe de professores que participou das reuniões de elaboração não é mais a mesma, os novos professores quando chegam a Universidade já recebem o plano pronto, mas ele é somente um documento institucional e não um roteiro a ser seguido no dia a dia; nessa IES, os professores trabalham com apostilas teóricas, sem laboratórios, nem atividades em grupo ou prática, os professores não relacionam a disciplina ao perfil profissional do egresso.

U2 – Nesta Universidade, a Física é ministrada pelo departamento de Física e a única aproximação que esse departamento tem com o curso de Engenharia Civil são as reuniões de colegiado de curso, quando são elaborados os planos de ensino, todavia o professor que participa dessas reuniões não é o mesmo que ministra aula para esse curso, visto que, são departamentos diferentes, na maioria das vezes é enviado para essas aulas um professor substituto, que muda a cada semestre, ou um recém contratado, pois os professores de carreira não querem "sair" do departamento. O curso oferece a disciplina de Laboratório de Física I, que é ministrada por professor diferente da Física I, nesses laboratórios os equipamentos são obsoletos e o que é estudado não tem relação com o que é ministrado na disciplina de Física I. Por conta dessas e de outras dificuldades, na ultima edição do PPC, o NDE resolveu trocar a disciplina de Física III para Eletricidade, atualmente está disciplina é ministrada por um engenheiro eletricista.

U3 – Nessa IES, a Física tem um caráter global e generalizado, o aluno só pode fazer a opção pelo curso ao final do primeiro ano, os planos de ensino são os mesmos

para todos os professores de Física da Instituição, é elaborado pelo colegiado de curso. Também não existe mais a Física III, foi substituída por Eletricidade Geral, e é ministrada por um engenheiro.

3.5.6.1 O ensino da Física na Engenharia Civil sob a ótica dos coordenadores

A Análise do PPC e dos planos de ensino de Física dos cursos de Engenharia Civil mostrou que devemos olhar com mais atenção as disciplinas do núcleo básico das Engenharias, a Física dentre elas é a disciplina que oferece mais pré-requisitos no curso e mesmo assim é ministrada de forma descontextualizada, sem objetivos claros, metodologia tradicional e avaliação que visa mensurar a memorização e não o domínio cognitivo do aluno, conforme podemos confirmar nas entrevistas dos coordenadores e professores.

Dos coordenadores entrevistados três (3) são graduados em Engenharia Civil e um é graduado em Física, dois (2) têm mestrado e dois (2) têm doutorado, conforme revela o quadro 13.

Quadro 13- Titulação dos Coordenadores de Curso

Coordenador 1 (C1)	Mestrado em Tecnologia Ambiental e recursos Hídricos pela Universidade de Brasília-UNB.
Coordenador 2 (C2)	Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia pela Universidade Federal do Amazonas.
Coordenador 3 (C3)	Doutorado em Engenharia de Transportes pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.
Coordenador 4 (C4)	Doutorado em Física pela Universidade Federal do Amazonas.

Fonte: A autora

Sobre o processo de elaboração do plano de ensino o(C1) afirmou que:

> o plano de ensino da Engenharia Civil foram formatados com equipes multidisciplinares, inclusive para todas as áreas, tanto as áreas básicas, como áreas afins, então nos fizemos um ciclo de reuniões (em 2011), em que estabelecemos quais que eram os mecanismos os elementos, os itens essenciais para que os alunos pudessem ultrapassar um elemento do curso, quando eu falo elemento, eu falo de uma disciplina e pudessem ir para outro elemento de uma disciplina posterior, o colegiado com os atores envolvidos (professores) inclusive o coordenador do curso foi o mediador dessa discussão, os planos foram formatados e hoje os professores ministram suas disciplinas da Engenharia com o plano formatado por todos, criamos um plano padrão. Nesta IES não há reunião com os professores para avaliação do plano de ensino (C1).

O (C2) relatou que, o plano é discutido primeiramente no colegiado do departamento de Física, e depois é discutido no colegiado de Engenharia Civil. Então:

> são dois momentos e os dois momentos são colegiados. Discute-se baseado nos documentos e nas resoluções da Universidade, essas resoluções dizem tudo o que tem que ter no plano. Nem sempre o professor que ministra Física na Engenharia Civil, está presente ao colegiado, então o professor de Física I recebe o plano pronto. Não há reunião para avaliação do plano de ensino com os professores.

O(C3) não quis se pronunciar, pois não tem nenhuma gerencia quanto ao ciclo básico, pois ele coordenada somente as disciplinas específicas do curso.

O coordenador (4) primeiramente esclareceu como funciona o ensino de Física nesta IES, e relatou que:

> os alunos só optam pela área da Engenharia após o primeiro ano, portanto a Física tem caráter global e generalizado. Há um ranqueamento dos alunos por desempenho e há uma média de 60% de reprovação no primeiro período, na disciplina de Física I.O plano de ensino da disciplina é o mesmo para todos os professores. Podem ser planejados diversos instrumentos de avaliação de aprendizagem, mas na maior parte das vezes, como há uma responsabilidade de ranquear dos alunos, os professores optam por provas, três a quatro provas. O planejamento ocorre sempre antes do início dos períodos e em reuniões com os professores que ministrarão a disciplina. Todas as avaliações são iguais e aplicadas ao mesmo tempo para todos os alunos matriculados.

O conhecimento das Diretrizes Curriculares Nacionais e do Projeto Pedagógico do Curso pelos professores é fundamental para que os mesmos saibam o perfil de alunos que precisam formar além de identificar as habilidades e competências que poderão ser desenvolvidas durante o semestre e como relacionar essas habilidades aos objetivos, estratégias e formas de avaliação da aprendizagem, por isso, perguntados se o professor tem acesso as DCNs do curso de Engenharia eles informaram que:

Os professores não têm acesso as Diretrizes do curso e nem ao PPC, somente o C(1) falou que ao ingressarem no curso, eles recebem o PPC formatado em cima das diretrizes curriculares nacionais, mas não sabem se os mesmos o leem. O C(4) relatou que os professores tem conhecimento dos PPCs dos cursos e pertencem aos Núcleos Docentes Estruturantes de todas as Engenharias, mas as ementas são idênticas para todas as Engenharias.

Na questão relacionada à Disciplina Física com as disciplinas profissionalizantes da Engenharia Civil, perguntamos se os professores são orientados a trabalhar dessa

forma e dois coordenadores responderam que sim, entretanto o coordenador 2 relatou que muito pouco se faz:

> O professor de Física não consegue fazer essa relação, ele não tem esse conhecimento. Então precisamos discutir qual a Engenharia pretendemos desenvolver. Com conteúdos práticos e experiência, com metodologias diferentes, com laboratórios de Física aplicados a Engenharia Civil, com a função de modelos de edifícios, fazendo estes edifícios ruírem, quebrarem, pelo menos o interesse do aluno estaria desperto.

O C1 demonstrou uma preocupação em relação a essa questão, pois na sua visão:

> a grande maioria dos professores da Física aplicada tem grande dificuldade em relacionar, pois ele não foi treinado sobre as questões do dia a dia da Engenharia Civil, no fundo a Física ela é extremamente importante no processo do aprendizado do engenheiro civil, pois o mesmo necessita do raciocínio lógico, dinâmico do poder de decidir ações, a Física para a Engenharia é utilizada no sentido de conhecimento do funcionamento das estruturas. O professor de Física não foi preparado para essa situação e na minha visão como coordenador, o processo ensino-aprendizagem da Física na Engenharia Civil é um circulo vicioso.

Eles relataram ainda que apesar da Física fazer parte do nosso dia a dia e que até para dirigir um automóvel é preciso ter conhecimento de Física como mostra o seguinte relato:

> Uma pessoa pode usar Física para dirigir um automóvel sem estudar Física? É possível dirigir um automóvel sem ter conhecimento de Física? O conhecimento de Física é essencial para a formação do Engenheiro, então estudar a Física nesse modelo do século XIX é a única forma de ter conhecimento de Física no curso de Engenharia Civil? Então se no curso de habilitação para motorista ele tivesse que resolver equações de Torricelli e outras equações da Física nós não teríamos motoristas (C3).

Além desse coordenador, os outros também deram ênfase à questão da aplicação da Física para o curso de Engenharia Civil através de atividades práticas. Inclusive, um dos coordenadores de curso mostrou a necessidade de usar metodologias diferentes. Vejamos os relatos sobre esse saber:

> Nós temos que ter o conhecimento de Física, de que forma nos vamos adquiri-los: talvez com conteúdos práticos, com experiências ou com metodologias diferentes, eu imagino que se tivéssemos como fazer vários laboratórios de Física aplicados a Engenharia Civil, com a função de modelos de edifícios, fazendo esses edifícios ruírem, quebrarem, esse conhecimento aplicado, pelo menos o interesse nele estaria despertado (C2).

> Temos um problema e isso se reflete na evasão do aluno nos dois primeiros anos nos cursos de Engenharias, em todo o lugar é assim; o aluno não vê a relação com os conhecimentos específicos de Engenharia, ele perde o brilho, ele perde a expectativa que teria com as disciplinas específicas, ele não consegue visualizar para que tanta Física e Matemática. Basicamente é isso (C1).

Perguntado aos coordenadores se os professores são orientados a trabalhar a disciplina de Física para o desenvolvimento das habilidades e competências da Engenharia, todos responderam que sim**,** mas que falta um elo entre a Engenharia Civil e a Física.

> Será que o Engenheiro Civil precisa dominar a Física como os professores de Física? Eu preciso ter conhecimentos de Física na Engenharia, teríamos que identificar quais os conhecimentos necessários e nesses conhecimentos precisamos trabalhar fortemente. A pergunta é: os físicos seriam os professores dessa nova Física? Os físicos teriam que ter o curso de Engenharia? (C2)

> No tempo passado quando eu estudei; não tinha necessidade desse profissional (o professor de Física), até por que o aluno da Engenharia que vai fazer as disciplinas específicas ele necessita muito da Física. Ele necessita do raciocínio lógico, dinamismo no poder de decidir ações, a Física para a Engenharia ela é utilizada no sentido de conhecimento do funcionamento das estruturas, não que você consiga pegar o engenheiro e dizer para ele: - Olha aqui nessa viga ou no elemento está envolvida Física, isso tem que ser intrínseco à formação do engenheiro, o funcionamento pela Física, e não a Física para o funcionamento da Engenharia. O professor de Física não foi preparado para essa situação (C1).

> Pois se eu vou aplicar a Física na Engenharia, eu não devo esperar que o físico possa fazer essa relação, ele vai fazer muito mal (C3).

Devemos repensar os processos de ensino-aprendizagem, de modo que o propósito de formar cidadãos para intervir de forma relativamente autônoma e racional, (...) desenvolvendo os conceitos de aprendizagem relevante e reconstrução do conhecimento experiencial dos alunos como eixo de uma prática educativa que pretende provocar a formação de um pensamento útil, para interpretar e intervir na complexa realidade artificial do mundo contemporâneo (GIMENO SÁCRISTAN, 2011).

Na visão dos coordenadores o ensino-aprendizagem da Física na Engenharia Civil é um problema, os professores de Física não têm formação para ministrar relacionando com as disciplinas profissionalizantes do curso, os laboratórios de Física são antigos e não há atividades práticas e experimentais relacionadas à Engenharia. Ainda ensinam a Física no modelo tradicional e o aluno que está acostumado à inovação tecnológica, quando chega à universidade parece que está em outro mundo, o professor precisa inovar.

Para os coordenadores o Engenheiro civil precisa muito dos conhecimentos da Física e para que os alunos aprendam de maneira significativa e desenvolva competências práticas, o professor precisa tornar os conteúdos mais práticos, com experimentos relacionados à Engenharia Civil, metodologias diferenciadas, laboratórios práticos com modelos fazendo edifícios ruírem, quebrar, neste aspecto o interesse deles estaria despertado, o C2 diz:

> Imagino que nos precisamos reescrever não só o ensino da Física, mas toda essa forma de como ensinar. Agora como vamos fazer isso eu não sei. Precisamos pensar. Talvez um curso de formação para professores de Engenharia.

Segundo a visão do C(4) um importante aspecto que deve ser abordado é:

> sobre as competências que o ingressante deve ter para que haja um bom aproveitamento na graduação. O que percebemos é que há uma grande defasagem entre o que se espera de um aluno universitário e do aluno que realmente chega à universidade. Apesar de todos entendermos que cada aluno aprende em seu ritmo, e que o professor é um importante agente nesse processo, não encontramos, em alguns alunos o mínimo de requisitos para seguir nessa linha do conhecimento. Falta a habilidade de reconhecer, compreender e utilizar tabelas, gráficos e expressões matemáticas, eles não se expressam corretamente na linguagem físico-matemática, não conseguem relacionar conhecimento com prática, apesar de a Física ser uma ciência aplicada no cotidiano e interdisciplinar, e já contextualizada. Percebemos que há uma deficiência no ensino básico de matemática e português, que limitam a aprendizagem e aplicação dos conceitos e interpretações inerentes a Física, mas sabemos que esses alunos podem ser recuperados em sua capacidade, no entanto, muitos anos são aplicados para isso, o que se verifica no prazo que os alunos de Engenharia levam para ser graduar.

3.5.6.2 O Ensino da Física na Engenharia Civil sob a ótica dos professores

Dos 15 professores entrevistados 10 (dez) tem licenciatura em Física e 5 (cinco) são engenheiros, conforme revela o quadro 14:

Quadro 14- Titulação e Formação dos Professores

Professor	Formação	Titulação
P1	Licenciatura em Física	Mestre em Ensino de Ciências
P2	Engenheiro Eletricista	Mestre em Automação
P3	Licenciatura em Física	Especialista em Física
P4	Licenciatura em Física	Mestre em Ensino de Ciências
P5	Engenheiro Civil	Mestre em Engenharia Civil
P6	Licenciatura em Física	Doutor em Física
P7	Licenciatura em Física	Mestre em Física

P8	Licenciatura em Física	Mestre em Física
P9	Licenciatura em Física	Especialista em Didática do Ensino
P10	Engenheiro Eletricista	Mestre em Engenharia de Produção
P11	Licenciatura em Física	Especialista em Física
P12	Engenheiro Eletricista	Mestre em Engenharia
P13	Engenheiro Eletricista	Especialista em Segurança do Trabalho
P14	Licenciatura em Física	Mestre em Física
P15	Licenciatura em Física	Especialista em Metodologia do Ensino

Fonte: A autora

Os professores que ministram a Física para o curso de Engenharia Civil veem o processo-ensino aprendizagem como de fundamental importância, pois para eles:

> A Física é a base de todo o conhecimento de Engenharia, mas o processo não é fácil, nem simples e depende tanto do professor de Física enfatizar esse conhecimento durante suas aulas, quanto ao professor de Engenharia lembrar ao aluno que tal recurso ele já teve a oportunidade de conhecer e para isso ele precisa antes de iniciar um novo conhecimento, ele precisa fazer uma breve revisão dos conhecimentos de Física inerentes a sua disciplina (P2).

Dos quinze (15) professores pesquisados5 (33,3%) conhecem as diretrizes curriculares do curso e somente 6 (40%) tiveram acesso ao PPC.

Os coordenadores dos cursos e os dirigentes das IES poderiam divulgar e incentivar os professores a conhecer o PPC, envolvendo-os no processo de construção visando alcançar a eficiência, eficácia e efetividade do processo ensino-aprendizagem.

Quando questionados sobre o processo de elaboração do plano de ensino, o P4 relatou que ele:

> Quando elaboro o plano de ensino a minha única preocupação é com a ementa, o conteúdo curricular e o dia das provas. Só nos baseamos nos conteúdos, não temos objetivos. E a metodologia é sempre aula expositiva (P4).

> Eu trabalho com apostila, meu plano de ensino é de acordo com a apostila, eu faço resumo do livro e deixo bem claro que meu objetivo é fazer 15 exercícios por dia (P7).

> Os professores usam o mesmo plano e utilizamos o livro do Resnick, o ensino é totalmente tradicional, não trabalhamos com habilidades nem objetivos, só com conteúdos (P9).

Isso reforça que a baixa qualidade do ensino é um dos obstáculos para o crescimento na melhoria do capital humano nas universidades.

Os professores precisam ser conscientizados do importante papel do plano de ensino, como um norteador de sua prática pedagógica, sem objetivo não se chega a nenhum lugar, pois os mesmos direcionam a ação do professor facilitando a aprendizagem do aluno.

> O plano de ensino é muito importante e precisa ser flexível e conversado com a turma, geralmente eu inicio com uma revisão da geometria plana e espacial, álgebra de vetores e o cálculo, pois a turma é muito heterogênea e precisa ser nivelada, também oriento aos alunos como devem aprender a estudar, utilizamos muito experimentos em sala de aula, trabalhos em equipes com resolução de problemas, a parte prática eu considero fundamental: tensores, escadas, plataformas, rampas, isso é possível ser construído e experimentado pelos alunos em classe (P2).

Calças (2009) enumera segundo Brasil (2001, p.4), os novos tempos exigem novas características para os professores, das quais se destacam:

- ✓ Orientar e mediar o ensino para a aprendizagem dos alunos;
- ✓ Comprometer-se com o sucesso da aprendizagem dos alunos;
- ✓ Assumir e saber lidar com a diversidade existente entre os alunos;
- ✓ Incentivar atividades de enriquecimento cultural;
- ✓ Desenvolver práticas investigativas;
- ✓ Elaborar e executar projetos para desenvolver conteúdos curriculares;
- ✓ Utilizar novas metodologias e materiais de apoio;
- ✓ Desenvolver hábitos de colaboração e trabalho de equipe.

A visão do professor sobre o processo ensino-aprendizagem da Física na Engenharia é pessimista, pois a maioria dos docentes entrevistados não consegue relacionar a Física com as disciplinas profissionalizantes (86,6%) e não conseguem fazer a integração teoria e prática (80%).

> As salas de aula têm muito alunos, então fazemos só o feijão com arroz, não consigo relacionar com a Engenharia Civil (P9).
>
> A Física é descontextualizada da Engenharia, meus alunos sempre me questionam, por que preciso aprender Física. Eu não sei fazer essa aplicação e quando faço, sai muito mal (P14).
>
> Eu não utilizo experimentos, nas minhas aulas utilizo só teoria da Física pura (P6).
>
> É realmente difícil relacionar a Física a Engenharia, eu sei que é importante, mas não consigo (P8).

Nas falas dos professores se evidencia que as aulas são preparadas atendendo fundamentalmente as ementas das disciplinas, sem se preocupar com a importância dos

conteúdos como pré-requisitos das disciplinas próprias do curso de Engenharia, o que insistimos na necessidade de realizar trabalho interdisciplinar; pois constatamos que a aprendizagem que acontece nas aulas de Física das Universidades pesquisadas é uma aprendizagem mecânica e não por competência.

3.6 Pesquisa Quantitativa

Nesta fase da investigação, iniciamos a pesquisa quantitativa através da coleta de dados numéricos, obtidos em questionários aplicados a trinta (30) alunos de Engenharia Civil, 10 (dez) de cada universidade, onde o critério utilizado para participação era que os alunos fossem finalistas.

O questionário foi definido em três (3) dimensões baseadas no resultado da análise qualitativa: Processo ensino-aprendizagem, Habilidades e competências e Currículo.

Para a verificação do nível de importância atribuída às questões pesquisadas fizemos uso da Escala Likert[7]. Determinamos de acordo com as questões para cada opção os seguintes escores e abreviamos os termos em siglas (quadro 15), com a finalidade de facilitar a representação em tabela.

Quadro 15 – Valores da Escala Likert

OPÇÕES	OPÇÕES	ESCORES/VALORES
Muito satisfeito - MS	Sempre – S	5
Satisfeito – S	Frequentemente - F	4
Pouco satisfeito – OS	Algumas vezes - AG	3
Insatisfeito – I	Poucas vezes - PV	2
Muito insatisfeito - MI	Nunca - N	1

Fonte: A autora

As opções com escore 5 (cinco) e 4 (quatro) indicam resultados satisfatórios. A opção do escore 3 (três), representa incerteza para determinar resultados satisfatório ou insatisfatórios ou baixa frequência. Os escores 2 (dois) e 1 (um) indicam pontos críticos detectados.

[7]A Escala Likert é uma escala de avaliação que atribui valores (escores), de acordo com as opções de respostas correspondentes.

Os questionários foram entregues em mãos aos alunos em sala de aula e os dados obtidos por esse instrumento foram analisados pela estatística descritiva através do software livre R[8], que é uma linguagem e ambiente para computação, estatística e gráfica. Trata-se de uma linguagem de programação especializada em computação com dados. Algumas das suas principais características são o seu caráter gratuito e a sua disponibilidade para uma gama bastante variada de sistemas operacionais.

Os resultados foram apresentados por meio de porcentagens, e as médias através do cálculo da média ponderada.

Considerando que os sujeitos da pesquisa provêm de duas (2) universidades públicas e uma (1) privada, o resultado da pesquisa quanto a universidade que estudava é que 66,6 % dos alunos são de universidade pública e 33,3 % de universidade privada.

3.6.1 Análise da Dimensão Processo Ensino-Aprendizagem

Na primeira dimensão de nosso questionário, investigamos o processo ensino-aprendizagem da Física no curso de Engenharia Civil na concepção dos alunos, com um total de quatro (4) questões, nas três (3) primeiras verificamos se durante as aulas havia experimentação, integração da teoria e a prática e articulação entre as disciplinas de Física e as disciplinas profissionalizantes do curso de Engenharia Civil conforme nos mostra a tabela 4. A última questão tratou do nível de satisfação quanto ao interesse pelas aulas de Física (tabela 5).

O valor médio ponderado do processo ensino-aprendizagem da Física (tabela 3), na visão dos alunos em relação a experimentos na aula de Física é de 2,23, a integração teoria e prática nas aulas de Física foi de 1,23 e quando questionados sobre a articulação da Física com as disciplinas profissionalizantes da Engenharia Civil foi de 1,39, médias consideradas muito baixas, mas que refletem o processo.

Tabela 3: Resultado Estatístico da Média Ponderada Ensino-Aprendizagem da Física

Questão sobre ensino-aprendizagem	Média Ponderada
Experimentos na aula de Física	2,23

[8] Disponível em: https://www.r-project.org/

Teoria X prática	1,23
Articulação Física X disciplinas profissionalizantes	1,39
Interesse nas aulas de Física	1,36

Fonte: A autora

Na primeira questão perguntamos se havia práticas experimentais nas aulas de Física, conforme já destacamos que nas universidades públicas existe a prática de laboratório, mas não está relacionada à disciplina, ela é uma disciplina ministrada a parte, chamada de laboratório de Física com ementa diferente. Na universidade privada apesar das DCNs de graduação em Engenharia (Anexo A) em seu artigo 6º, parágrafo 2º afirmar que é obrigatória a existência de atividades de laboratório nos conteúdos de Física e da universidade possuir amplo laboratório de Física com diversos equipamentos e *kits* de pesquisa, a prática não existe o que justifica a resposta dos alunos, onde 33,3% do total responderam que nunca tiveram experimentos em suas aulas de Física, 10% poucas vezes e 56,6% algumas vezes.

É importante na analise desta resposta o fato de que a carência de práticas de laboratórios influencia negativamente no desenvolvimento de habilidades e competências do futuro profissional.

Tabela 4: Resultado Estatístico sobre a Dimensão Ensino-Aprendizagem da Física na Engenharia Civil

Ensino-aprendizagem	**NC(%)**	**PV(%)**	**AV(%)**	**FQ(%)**	**SP(%)**
Experimentos na aula de Física	33,3	10	56,6	0	0
Integração da Teoria x Prática	80	6,6	10	3,3	0
Articulação da Física X disciplinas profissionalizantes	76,6	6,6	6,6	10	0

Legenda: NC: Nunca; PV: Poucas Vezes; AV: Algumas Vezes; FQ: Frequentemente; SP: Sempre

Questionados se havia integração entre a teoria e a prática nas disciplinas de Física 80% respondeu que nunca, 6,6% responderam que havia poucas vezes, 10% responderam algumas vezes e apenas 3,3% responderam frequentemente. A interação teoria e prática são fundamentais para a aprendizagem. Ela precisa acontecer na realidade. Os aspectos teóricos nunca serão dispensados, mas será mais interessante e

motivador tratá-los e aprende-los de forma integrada com a realidade profissional do que apenas subjetivamente (MASETTO, 2003).

Na terceira questão perguntamos se havia articulação entre as disciplinas de Física e as disciplinas profissionalizantes do curso a média ponderada foi de 1,39 e 76,6% dos alunos responderam que nunca houve articulação, apenas 23,2% dos alunos conseguiram fazer essa articulação nas aulas de Física (Tabela 4).

Há falta de integração e de contextualização efetiva entre teoria e prática articuladas a disciplinas profissionalizantes são fatores que desmotivam os alunos, os mesmos quando cursam a disciplina de Física não conseguem relacionar ao curso e não compreendem que ela pode oferecer subsídios para as disciplinas profissionalizantes, só vão compreender quando sentem essa necessidade na prática.

Esse problema está relacionado com a estrutura curricular da Engenharia, pois como vimos anteriormente o curso está dividido em ciclos, e não há relação do básico com o profissionalizante, isso dificulta a mediação da teoria e prática, porque impõe um completo distanciamento entre as disciplinas básicas e profissionalizantes, o que torna o processo cognitivo complexo e desestruturado. No primeiro ciclo – o básico - uma sequência de disciplinas é planejada para "repassar" aos estudantes os fundamentos necessários ao próximo ciclo. Porém, na prática, tem-se observado que não raramente estes conteúdos têm sido colocados como se tivessem fins em si mesmos, relegando a um segundo plano o papel primordial de um curso de Engenharia (KUEHN; BAZZO, 2004).

Na última questão sobre o processo ensino-aprendizagem referimo-nos ao nível de interesse dos discentes nas aulas de Física, que revelou um grau de insatisfação muito alto (Tabela 10), pois 83,3% dos alunos se mostraram muito insatisfeito em relação às aulas.

Tabela 5:Resultado Estatístico do Interesse dos Alunos nas Aulas de Física

Ensino-aprendizagem	MI(%)	I(%)	PS(%)	S(%)	MS(%)
Interesse nas aulas de Física	83,3	10	6,6	3,3	0

Legenda: MI: Muito Insatisfeito; IN: Insatisfeito; PS: Pouco Satisfeito; SF: Satisfeito; MS: Muito Satisfeito

Esse alto nível de desinteresse pode estar relacionado às práticas pedagógicas da disciplina Física, onde o ensino é baseado no uso de equações, de maneira fragmentada e a aprendizagem ocorre de forma mecânica desvinculada do dia a dia do estudante, sem relação com as disciplinas profissionalizantes, sem prática de laboratório, o uso das

atividades experimentais aplicadas, pode ser uma das ferramentas que irá contribuir para minimizar o desinteresse e as dificuldades enfrentadas pelos alunos (ARAUJO, 2007).

3.6.2 Análise da Dimensão Habilidades e Competências

Na segunda dimensão do questionário, investigamos as habilidades e competências que o aluno julga ter desenvolvido nas aulas de Física durante o curso de Engenharia Civil, com um total de 5 questões, nas três (3) primeiras questionamos se durante as aulas de Física eles desenvolveram habilidades de: exemplificar conceitos da Física relacionando a Engenharia Civil, comunicar conceitos físicos em linguagem oral, escrita ou gráfica e formular problemas físicos, tanto teóricos como experimentais relacionados a Engenharia Civil conforme nos mostra a tabela 7. E as duas últimas questões trataram do nível de conhecimento de habilidades e competências de um engenheiro civil e da competência para planejar, supervisionar, elaborar e conduzir projetos (tabela 8).

O valor médio ponderado da dimensão das habilidades e competências da Física (tabela 6), na visão dos alunos em relação à habilidade de exemplificar conceitos da Física relacionando a Engenharia Civil foi de 1,63, desenvolvimento de atividades em que comunicava conceitos físicos em linguagem oral, escrita ou gráfica 1,33, e quando questionados se formulavam problemas físicos, tanto teóricos como experimentais relacionados a Engenharia Civil foi de 1,46. O crescimento foi acentuado em relação a competência para planejar, supervisionar, elaborar e conduzir projetos cujo valor foi 4,46.

Tabela 6: Resultado Estatístico da Média Ponderada

Habilidades e competências	Média Ponderada
Habilidade de exemplificar conceitos da Física relacionando a Engenharia Civil	1,63
Desenvolvimento de atividades em que comunicava conceitos físicos em linguagem oral, escrita ou gráfica	1,33
Formulava problemas físicos, tanto teóricos como experimentais relacionados a Engenharia Civil	1,46
Conhecimento de habilidades e competências de um engenheiro civil	2,5
Competente para planejar, supervisionar, elaborar e conduzir projetos	4,46

Fonte: A autora

Questionados sobre a habilidade de exemplificar os conceitos e princípios fundamentais da Física aplicados a Engenharia Civil 63,3% dos alunos responderam que nunca foram solicitados, o que poderia levar a maioria dos alunos a essa afirmação, talvez o fato da disciplina Física ser ministrada de maneira fragmentada e sem nenhuma relação com as disciplinas profissionalizantes, apesar de ser uma das ciências que fundamenta a Engenharia Civil e seus conceitos largamente utilizados no curso.

O paradigma tradicional vem ao longo do tempo referenciando a aprendizagem da Física e trazendo sérios problemas na formação instrutiva e educativa dos egressos, nas especialidades que têm a Física como ciência básica e ferramenta para a prática profissional, indispensável ao desenvolvimento das habilidades e hábitos para o desempenho das atividades profissionais (Arruda, 2007), nas escolas de Engenharia o ensino tradicional é comumente aplicado e não tem trazido bons resultados, o que pode ser comprovado pelos índices de reprovação, troca decurso e de evasão escolar, bem como, quando analisamos o despreparo profissional dos engenheiros formados em nossas universidades (BAZZO, 2008).

Cabe a coordenação do curso, integrar o docente com o currículo no qual a disciplina está inserida e mesmo que a disciplina seja considerada básica como a Física, precisamos levar em conta que os exemplos a serem dados; as aplicações a serem feitas as relações com as demais disciplinas do currículo e com as atividades profissionais serão especificas. Por vezes, os próprios conceitos, sua abrangência, sua profundidade, suas especificações serão diferentes conforme o curso em que a disciplina é lecionada. Sem essas vinculações dificilmente conseguirá motivar seus alunos para se interessarem por sua disciplina (MASETTO, 2002).

Tabela 7: Resultado Estatístico das Habilidades e Competências nas aulas de Física

Habilidades e competências	NC(%)	PV(%)	AV(%)	FQ(%)	SP(%)
Exemplificar os conceitos da Física aplicados a Engenharia Civil	63,3	13,3	20	3,3	0
Comunicava conceitos físicos em linguagem oral, escrita ou gráfica	76,6	13,3	10	0	0
Competente para planejar, supervisionar, elaborar e conduzir projetos	0	3,3	10	23,3	63,3

Legenda: NC: Nunca; PV: Poucas Vezes; AV: Algumas Vezes; FQ: Frequentemente; SP: Sempre

O segundo questionamento era se havia atividades em que comunicava conceitos físicos em linguagem oral, escrita ou gráfica, 76,6% responderam que nunca foram

solicitados. Essa atividade pode ser amplamente explorada pelo professor na realização de relatórios, partindo das ideias e das informações produzidas no contexto da experimentação e dos saberes dos alunos, e tendo na ciência constituída um aliado importante, auxiliando 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, quando devidamente utilizados e articulados pelo professor, direcionam a evolução conceitual do aluno, possibilitam a construção dos significados e a apropriação da linguagem, necessários na representação de um fenômeno físico específico.

Tabela 8: Resultado Estatístico das Habilidades e Competências nas aulas de Física

Habilidades e competências	MI(%)	IN(%)	PS(%)	SF(%)	MS(%)
Formular problemas físicos, tanto teóricos como experimentais relacionados a Engenharia Civil	70	13,3	16,6	0	0
Conhecimentos das habilidades e competências de um engenheiro civil	43,3	6,6	10	30	10

Legenda: MI: Muito Insatisfeito; IN: Insatisfeito; PS: Pouco Satisfeito; SF: Satisfeito; MS: Muito Satisfeito

A formação do engenheiro civil tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício de diversas habilidades e competências exigidas pelas DCNs do curso (anexo A). Dentre as que o aluno pode aprender na disciplina de Física, segundo o resultado de nossa análise qualitativa destacam-se:

I - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à Engenharia;

II - projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;

III - identificar, formular e resolver problemas de Engenharia;

IV - desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;

V - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;

Os alunos se sentem desestimulados, pois na realidade sua vida é interativa, através das redes sociais e todo o aparato tecnológico que os cercam. Mas nas universidades pesquisadas não é assim, e os resultados não são bons.

Observamos que os alunos não desenvolveram nas aulas de Física habilidades para exemplificar conceitos físicos, nem comunicar esses conceitos em linguagem oral e escrita, nem formular problemas físicos aplicados a Engenharia Civil, mas em contraste a essas habilidades eles se sentem competentes para planejar, supervisionar, elaborar e

conduzir projetos de Engenharia, o que nos leva a concluir que eles desenvolveram as competências nas disciplinas especificas da Engenharia Civil.

O ensino de Física poderia tornar esse desenvolvimento de habilidades em um processo mais rápido, pois como falado por um dos coordenadores os alunos de Engenharia levam mais tempo para concluir sua graduação, pois além da Física reprovar 60% da turma, ainda os que são aprovados não tem habilidades inerentes a disciplina cursada.

3.6.3 Análise da Dimensão Currículo

Na terceira dimensão de nosso questionário, investigamos o processo currículo da Física no curso de Engenharia Civil na concepção dos alunos, com um total de quatro (3) questões, onde verificamos se durante as aulas de Física eles tiveram acesso ao plano de ensino, ao projeto pedagógico do curso e como consideravam a relação professor-aluno, conforme nos mostra a tabela 9.

No valor médio ponderado da dimensão currículo verificamos que no item acesso e discussão do PPC a média ponderada foi de 1,86, que 53,3% dos alunos mostraram-se muito insatisfeito o que denota uma indicação desfavorável dos alunos em relação a questão pesquisada (tabela 11).

Tabela 9: Resultado Estatístico da Dimensão Currículo

Currículo	Média Ponderada
Acesso ao plano de ensino	2,05
Oportunidade de acesso e discussão do PPC	1,86
Analise da relação professor-aluno na disciplina de Física	4,39

Fonte: A autora

No item acesso ao plano de ensino, 40% (tabela 11) dos alunos afirmam que nunca tiveram acesso e a média ponderada é de 2,05. O aluno deve saber o que vai aprender no semestre e sem conhecimento do plano de ensino não conseguira se organizar, acompanhar e nem programar seus estudos.

O professor deve apresentar e discutir o plano de ensino-aprendizagem com os alunos por ocasião do inicio do curso e ao final de cada semestre deve avaliar com sua

classe esse plano, para que se percebam os pontos fracos a serem corrigidos, ou ainda mediante sugestão para o semestre ou ano seguinte. Essa atitude acarretará, sem dúvida, uma aplicação sucessiva de planos que a cada ano ou semestre são refeitos, respondendo cada vez mais às necessidades dos alunos (MASETTO, 2003).

Tabela 10: Resultado Estatístico sobre Acesso ao Plano de Ensino

Currículo	NC(%)	PV(%)	AV(%)	FQ(%)	SP(%)
Acesso ao plano de ensino	40	30	13,3	16,3	0

Legenda: NC: Nunca; PV: Poucas Vezes; AV: Algumas Vezes; FQ: Frequentemente; SP: Sempre

A questão que se refere à relação professor-aluno teve a finalidade de verificar o grau de satisfação dos alunos quanto ao relacionamento professores e alunos durante as aulas da disciplina Física, do total de 30 alunos, 60% estão muito satisfeitos e 23,3 satisfeito.

Tabela 11: Resultado Estatístico da Dimensão Currículo

Currículo	MI(%)	IN(%)	PS(%)	SF(%)	MS(%)
Oportunidade de acesso e discussão do PPC	53,3	23,3	13,3	3,3	6,6
Analise da relação professor-aluno na disciplina de Física	0	3,3	13,3	23,3	60

Legenda: MI: Muito Insatisfeito; IN: Insatisfeito; PS: Pouco Satisfeito; SF: Satisfeito; MS: Muito Satisfeito

Mesmo que as perguntas foram direcionadas para o currículo e plano de ensino, é evidente que estes conceitos não ficam claros para os alunos nem professores, já que o currículo é muito além do plano de ensino, porque nele tem que aparecer procedimentos, atitudes, valores e inserção na sociedade.

3.6.4 O Ensino da Física na Engenharia Civil sob a Ótica dos Alunos

Na visão dos alunos o ensino da Física no curso de Engenharia Civil é ministrado de uma maneira descontextualizada, onde não há integração satisfatória da teoria com a prática, nem articulação com as disciplinas profissionalizantes, a experimentação nas aulas de Física é feita sem conexão com o que é estudado em sala de aula, e em um das

universidades os alunos não tem aulas experimentais. O questionamento deles é: para que estudar Física?

A qualidade das aulas é fraca, eles não têm estimulo para estudar, as disciplinas não desenvolvem habilidades e nem conseguem relacionar o que está sendo estudado com as disciplinas profissionalizantes do curso.

A maioria dos alunos não tem acesso ao plano de ensino e nem ao PPC do curso, mas apesar de todas essas insatisfações os mesmos têm um bom relacionamento com o professor, o que vem provar que o problema está na metodologia, na falta de planejamento adequado, um plano que exponha as habilidades a serem desenvolvidas para que desperte o interesse nos alunos.

3.6.5 Interpretação e integração dos resultados obtidos nas duas fases

Está pesquisa investigou o processo-ensino aprendizagem da Física nos cursos de Engenharia Civil. Na primeira etapa da nossa pesquisa emergiram as categorias que serviram para elaboração do instrumento de coleta de dados quantitativos, onde mensuramos as variáveis através da estatística descritiva.

Ao final de cada etapa obtivemos um resultado, nesta seção faremos a interpretação e integração dos resultados que foram obtidos nas duas fases da pesquisa através do delineamento misto sequencial exploratório.

Quadro 16: Resultado da Pesquisa sobre Ensino-aprendizagem da Física na Engenharia Civil

Fase 1 - Resultado Qualitativo	Fase 2 – Resultado Quantitativo
Ensino tradicional, aulas expositivas, sem articulação com o perfil profissional do egresso, sem experimentação significativa e laboratórios com equipamentos obsoletos, aulas teóricas sem contextualização, nem relacionando a teoria com a prática, o que resulta em frequente desinteresse nos alunos.	Médias das variáveis que podem criar obstáculos para a aprendizagem: - Experimentos nas aulas de Física – média 2,23 - Teoria x prática – média 1,23 -Articulação da Física x disciplinas profissionalizantes –média 1,39 - Interesse nas aulas de Física média – 1,36
Ensino centrado no professor e na memorização de equações, conceitos e leis. Professores sem formação para contextualizar a disciplina Física com as disciplinas profissionalizantes do curso, atividades sem estratégias que visem desenvolver habilidades nos alunos. As Coordenações dos	Desempenho das Habilidades dos alunos nas aulas de Física: - Exemplificar conceitos da Física na Engenharia Civil – média 1,69 - Comunicar conceitos Físicos em linguagem oral, escrita ou gráfica – média 1,33

cursos não promovem ações de integração entre as disciplinas do ciclo básico e as disciplinas profissionalizantes e específicas do curso.	- Formular problemas físicos, tanto teóricos como experimentais relacionados a Engenharia civil – média 1,46.
A coordenação não realiza reuniões para que os professores tenham conhecimento das DCNs e nem há avaliação do plano de ensino, os objetivos educacionais quando existem não são utilizados adequadamente, as aulas são expositivas e sem estratégias de ensino-aprendizagem, a avaliação visa mensurar apenas a memorização.	Conhecimento do Plano e PPC: - Acesso ao plano de ensino – média 2,05 - Oportunidade de acesso e discussão do PPC – 1,86

Fonte: A autora

Os principais resultados obtidos nas duas fases da pesquisa estão resumidos no quadro 16.

Na fase qualitativa primeiramente fizemos um levantamento bibliográfico da sustentação da trajetória do Ensino da Física nos Cursos de Engenharia, onde realizamos a revisão de literatura da área, analisamos os Projetos Pedagógicos dos Cursos, as Diretrizes Curriculares Nacionais e os Planos de Ensino de Física. Seguindo com uma avaliação diagnóstica do ensino da Física nos cursos de Engenharia Civil, para isso investigamos as concepções dos coordenadores e professores através de entrevista semiestruturada.

Do resultado desta primeira fase, constatamos que os Projetos Pedagógicos dos Cursos estão todos muito bem elaborados e atendem as DCNs dos cursos de Engenharia, porém ao analisarmos os planos de ensino verificamos que os mesmos não estão de acordo com os PPCs dos cursos, não apresentam objetivos educacionais coerentes com o desenvolvimento de habilidades e competências, em uma das universidades não existe objetivo no plano de ensino e quando questionamos os professores os mesmos afirmaram que realmente não há objetivos, o que os mesmos fazem é utilizar como roteiro o conteúdo programático.

O ensino da Física ocorre de maneira tradicional com aulas teóricas, através da metodologia de exposição oral e resolução de exercícios do livro ou apostila; na realidade os professores ensinam apenas conceitos sem fazer a devida contextualização, os conteúdos não são trabalhados de maneira integral, não há o processo ensino-aprendizagem de procedimentos e atitudes, de maneira que também não são desenvolvidas as devidas habilidades e competências.

Os professores também não conhecem o perfil do egresso e a maioria não consegue relacionar a Física com as disciplinas profissionalizantes nem se sentem preparados para isso, as experimentações não são significativas e os laboratórios apresentam equipamentos velhos e obsoletos, não há relação da teoria com a prática, o que resulta em um constante desinteresse dos alunos, que também não tem o plano de ensino socializado pelo professores; os mesmos não sabem o que vão estudar durante o semestre, nem podem acompanhar ou programar seus estudos, além da incompatibilidade da metodologia utilizada em sala de aula com as tecnologias e o modo interativo como vivem os alunos

Na opinião dos coordenadores o aluno precisa muito dos conhecimentos da Física e para que os aprendam de maneira significativa desenvolvendo competências práticas, para eles o professor precisa tornar os conteúdos mais práticos, com experimentos relacionados à Engenharia Civil, metodologias diferenciadas, laboratórios práticos com modelos fazendo edifícios ruírem, quebrar, neste aspecto o interesse deles estaria despertado, no entanto os mesmos não promovem ações de integração entre as disciplinas do ciclo básico e as disciplinas profissionalizantes e específicas do curso.

Dessas considerações foram elaboradas as variáveis referentes ao ensino-aprendizagem da Física para a fase quantitativa: ensino-aprendizagem, habilidades e competências, currículo.

A integração desses resultados confirma as pesquisas realizadas por Souza (2011), Machado e Pinheiro (2010), Ramos e Vertchenko (2011), Raia Júnior (2001), Cusmova et al. (2012), Oliveira (2009), Araújo (2002).

Com os resultados obtidos, compreendemos que o elo que conecta a Física a Engenharia Civil é o desenvolvimento das habilidades e competências que permita ao aluno converter o que aprendeu na Física, em tecnologias de uso da Engenharia Civil; a fim de facilitar esse processo elaboramos uma proposta de habilidades que, se desenvolvidas nas aulas de Física poderão gerar as competências inerentes ao perfil profissional do engenheiro civil.

4. A PROPOSTA

"Tão importante quanto o que se ensina e se aprende é como se ensina e como se aprende".
(César Coll)

Partindo da análise do estado da arte, das entrevistas com coordenadores, professores e dos questionários com os alunos, elaboramos uma proposta das habilidades e competências que podem ser desenvolvidas nas aulas da disciplina de Física e que contribuam significativamente para o perfil profissional do futuro engenheiro civil (Quadro 17).

QUADRO 17: Habilidades e Competências da Disciplina Física que podem ser Desenvolvidas no curso Engenharia Civil

1. Aplicar o conhecimento teórico da Física na realização e na interpretação de experimentos e atuar em equipes multidisciplinares.
2. Exemplificar os conceitos e princípios fundamentais da Física aplicados a Engenharia Civil.
3. Descrever fenômenos naturais e processos tecnológicos em termos de conceitos, princípios e teorias Físicas.
4. Perceber as analogias entre situações aparentemente diversas, utilizando soluções conhecidas na resolução de problemas relacionados à Engenharia Civil.
5. Estimar a ordem de magnitude de quantidades mensuráveis para interpretar fenômenos diferentes.
6. Demonstrar destrezas experimentais e uso de métodos adequados de trabalho no laboratório.
7. Demonstrar hábitos de trabalho necessários para o desenvolvimento da profissão tais como o trabalho em equipe, o rigor científico, o auto aprendizado e a persistência.
8. Formular problemas físicos, tanto teóricos como experimentais, mediante a utilização de métodos analíticos, experimentais ou numéricos que estejam relacionados a Engenharia Civil.
9. Elaborar programas ou sistemas de computação para o processamento de informação, cálculo numérico, simulação de processos físicos ou controle de experimentos.
10. Projetar experimentos e interpretar resultados.
11. Construir modelos simplificados que descrevam uma situação complexa, identificando seus elementos essenciais e efetuando as aproximações necessárias.
12. Avaliar o ajuste de modelos à realidade, identificando seu domínio de valida de.
13. Sintetizar soluções particulares, estendendo-as a princípios, leis ou teorias mais gerais.
14. Participar em atividades profissionais relacionadas com tecnologias de alto nível seja no laboratório ou na construção civil.
15. Atuar com responsabilidade e ética profissional, manifestando consciência social de solidariedade, justiça, e respeito pelo ambiente.
16. Comunicar conceitos e resultados científicos em linguagem oral e escrita a seus pares, e em situações

de ensino e de divulgação. 17. Desenvolver projetos de pesquisa em Física ou interdisciplinares. 18. Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica. 19. Relacionar o impacto das atividades da Física com a Engenharia Civil no contexto social e ambiental.

Fonte: A autora

Validação da Proposta – Método Delphi

A ideia inicial era continuarmos com a pesquisa para podermos avaliar se essas habilidades e competências que emergiram da análise dos dados realmente poderiam se cumprir nas três universidades, como o tempo para a pesquisa era limitado, optamos então por validar a proposta pelo método Delphi, que é um método dos *experts*.

Os *experts* são especialistas, doutores formados em Física ou Engenharia Civil, que através deste método validaram as habilidades e competências necessárias que a disciplina Física pode contribuir para o desenvolvimento da formação profissional do Engenheiro Civil.

Esse método tem como principal característica a busca progressiva de consenso em área do conhecimento ainda não consolidada ou, ainda, em pesquisas em que o tema é complexo. Sua realização ocorre mediante sucessivos questionamentos a um grupo de especialistas (experts) cujas respostas são cumulativamente analisadas com respeito à obtenção ou não de consenso (SANTOS et al.,2005).

De acordo com Wright e Giovinazzo (2000), o consenso no Método Delphi representa uma consolidação do julgamento intuitivo do grupo participante. Pressupõe-se que o julgamento coletivo, ao ser bem organizado, é melhor do que a opinião de um só indivíduo. O anonimato dos respondentes e o feedback de respostas do grupo para reavaliação nas rodadas de perguntas subseqüentes são as principais características desse método (SANTOS et al., 2005*).*

O método Delphi é adequado para um cenário em que não é possível juntar presencialmente o grupo que se quer entrevistar. Assim, o grupo é contatado via *e-mail* e convidado a responder a um conjunto de perguntas pela mesma via.

A principio enviamos *e-mail* para validação das habilidades e competências a oitenta (80) doutores de todas as Universidades do Brasil, relacionados ao processo ensino-aprendizagem da Física na Engenharia Civil, porém apenas oito (8) doutores

responderam, mesmo reenviando os e-mails não obtivemos sucesso. O que nos levou a enviar e-mail para outros países, visto que da nossa pesquisa de revisão de literatura, o ensino da Física na Engenharia Civil, tem o mesmo perfil nos diversos países pesquisados.

Ao final, nossa pesquisa foi validada por vinte (20) especialistas de diversos países: Brasil, Cuba, Colômbia, Costa Rica e México (quadro 18).

QUADRO 18: Especialistas por País

País	Quantidade
Brasil	12
Colômbia	1
Costa Rica	2
Cuba	3
México	2
TOTAL	20

Fonte: A autora

A relação de habilidades e competências enviadas aos especialistas foram às constantes no quadro 17. As interações se sucederam em duas (2)fases, até que um consenso ou quase consenso fosse atingido. As etapas de envio de e-mail, no método Delphi são chamadas de "rodadas".

Fase 1 (1ª rodada):

Os participantes foram convidados a refletir e validar um conjunto de habilidades e competências que poderão ser desenvolvidas nas aulas de Física que contribuam significativamente na formação profissional do engenheiro civil.

Nesta fase os experts deram opiniões sobre a proposta, de maneira geral concordaram e manifestaram seus critérios sobre algumas das habilidades que deveriam ser retiradas já que não poderiam ser desenvolvidas na disciplina Física e outras que na verdade eram competências.

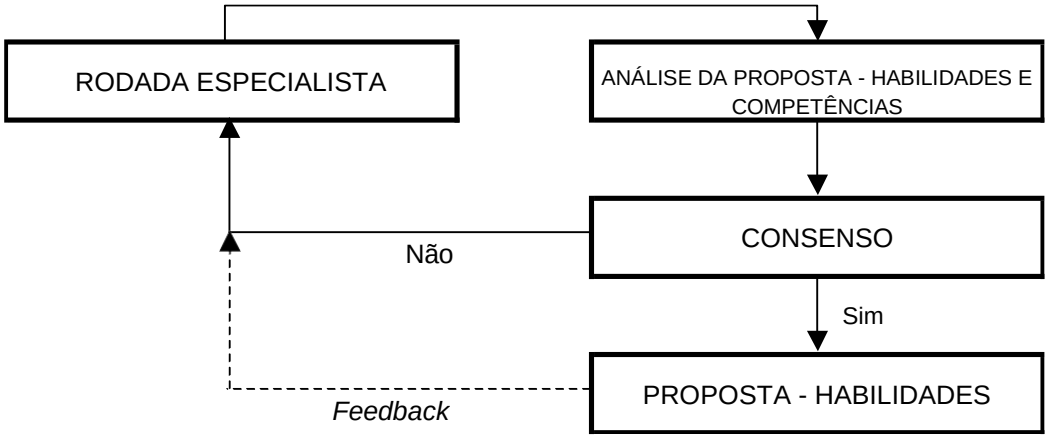
Fase 2(2ª rodada):

As habilidades e competências selecionadas foram analisadas e enviadas aos especialistas para o parecer final. Adicionalmente, foi dada a cada participante a

oportunidade de se manifestar sobre a pertinência das mesmas, assim cada membro do grupo teve oportunidade de passar da sua resposta individual para uma resposta mais coletiva e expressar a sua opinião.

O papel do pesquisador nesse método é o de moderador das reflexões. Entre as principais atividades dele está o agrupamento das questões e comentários que apresentavam consenso e, simultaneamente, a provocação de novas discussões naqueles itens em que há ausência de respostas ou comentários, (Figura 6). Com a evolução das discussões, a tarefa do pesquisador fica gradualmente mais ágil, visto que as discussões tendem a focar somente nos pontos onde ainda não se tem convergência entre especialistas (SANTOS et al., 2005).

Figura 6: Sequência de Execução do Método Delphi via e-mail



Fonte:A autora

Após as rodadas, o consenso dos especialistas foi para que na proposta constasse somente o desenvolvimento de habilidades, e que deveriam ser direcionadas aos conceitos de Física que fossem pré-requisitos da Engenharia Civil.

Ainda do resultado das rodadas as habilidades 5 e 11 foram excluídas e foi solicitado que as competências fossem separadas.

Então aprimoramos a proposta com os critérios dos especialistas e chegamos ao resultado da proposta validada, na figura 7.

Na proposta vinculamos os conteúdos da disciplina Física às habilidades específicas que poderão ser desenvolvidas nas disciplinas específicas de Engenharia Civil.Entendemos que, não existem soluções únicas, nem fórmulas a serem seguidas, mas é possível proporcionar e sinalizar aspectos que possam conduzir o desenvolvimento do ensino no caminho desejado.

Não se trata, portanto, de elaborar novas listas de tópicos de conteúdo, mas sobretudo de dar ao ensino de Física novas dimensões Brasil (2006), promovendo um conhecimento contextualizado, ensinando uma Física que explique calcular o torque causado pelo vento sobre uma caixa d'água posta sobre uma estrutura metálica, relacionar a força de arrasto (fluídos), aplicar o conhecimento da Física na realização de experimentos de estruturas, construção civil, hidráulica, formular problemas físicos experimentais utilizando o equilíbrio, elasticidade, oscilações na confecção de pontes e ciclovias, elaborar relatórios dos experimentos desenvolvendo a habilidade de comunicar conceitos físicos em linguagem oral, escrita ou gráfica. Uma Física cujo o significado o aluno possa perceber no momento em que aprende, e não no momento posterior ao aprendizado.

Para isso, é imprescindível considerar o contexto do aluno e relacionar a disciplina a sua futura formação profissional, com os problemas e indagações que movam a sua curiosidade. Esse deve ser o ponto de partida, e quanto às habilidades necessárias que uma dada disciplina requer que o estudante desenvolva têm de ser apresentadas por ele quando da aquisição desses conhecimentos.

Muitas dessas habilidades que serão trabalhadas nas aulas de Física são objetivos comuns a todas as etapas do aprendizado, embora em diferentes níveis, sendo construídas ao longo do ciclo básico (2 primeiros anos). Por exemplo, aplicar, exemplificar, descrever, perceber o mundo, requerem habilidades e competências desenvolvidas desde o ensino médio. Essas mesmas habilidades ganham no ensino superior, um sentido maior, e quando trabalhadas com o sentido interdisciplinar na Engenharia Civil, vai promover a construção de abstrações, indispensáveis ao pensamento científico, a vida e ao exercício profissional.

Essa proposta de habilidades e competências aqui elencadas é parcial, dada à abrangência das habilidades e competências envolvidas em uma formação. Nela o professor de Física encontra os conteúdos da Física e da Engenharia Civil que precisam dos conhecimentos das respectivas habilidades para: selecionar, priorizar, organizar os objetivos em torno dos quais almeja alcançar.

As habilidades e competências de nossa proposta são essenciais não só para o desenvolvimento do futuro profissional do engenheiro civil, mas também, como um cidadão atuante, diante de um mundo globalizado, tecnológico e em transformação.

HABILIDADES	*CONTEÚDOS DA FÍSICA*	*CONTEÚDOS DA ENG.CIVIL*
↓ Aplicar o conhecimento teórico da Física na realização e na interpretação de experimentos e atuar em equipes multidisciplinares. ↓ Exemplificar os conceitos e princípios fundamentais da Física aplicados a Engenharia Civil. ↓ Descrever fenômenos naturais e processos tecnológicos em termos de conceitos, princípios e teorias Físicas. ↓ Perceber as analogias entre situações aparentemente diversas, utilizando soluções conhecidas na resolução de problemas relacionados a Engenharia Civil. ↓ Demonstrar destrezas experimentais e uso de métodos adequados de trabalho no laboratório. ↓ Demonstrar hábitos de trabalho necessários para o desenvolvimento da profissão tais como o trabalho em equipe, o rigor científico, o autoaprendizado e a persistência. ↓ Formular problemas físicos, tanto teóricos como experimentais, mediante a utilização de métodos analíticos, experimentais ou numéricos que estejam relacionados a Engenharia Civil. ↓ Elaborar programas ou sistemas de computação para o processamento de informação, cálculo numérico, simulação de processos físicos ou controle de experimentos. ↓ Comunicar conceitos físicos e resultados científicos em linguagem oral, escrita e gráfica. ↓ Desenvolver projetos de pesquisa em Física ou interdisciplinar.	↓ Estudo dos Movimentos ↓ Leis de Conservação Aplicadas ao Estudo dos Movimentos ↓ Gravitação ↓ Rotação, Rolamento ↓ Energia Angular ↓ Torque ↓ Forças do Rolamento ↓ Equilíbrio ↓ Elasticidade ↓ Fluidos ↓ Oscilações ↓ Ondas ↓ Temperatura ↓ Leis da Termodinâmica ↓ Teoria Cinética	↓ Mecânica ↓ Isostática ↓ Fenômeno dos Transportes ↓ Resistência dos Materiais ↓ Estruturas ↓ Construção Civil ↓ Concreto Protendido ↓ Pontes e Grandes Estruturas ↓ Hidráulica ↓ Fundações ↓ Sistema de Abastecimento de Água ↓ Mecânica dos Solos ↓ Hidrovias ↓ Aeroportos ↓ Estradas ↓ Portos

COMPETÊNCIAS
↓ Projetar experimentos e interpretar resultados; ↓ Conceber, projetar e analisar sistemas ↓ Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia. ↓ Participar em atividades profissionais relacionadas com tecnologias de alto nível seja no laboratório ou na construção civil. ↓ Atuar com responsabilidade e ética profissional, manifestando consciência social de solidariedade, justiça, e respeito pelo ambiente. ↓ Comunicar conceitos e resultados científicos em linguagem oral e escrita a seus pares, e em situações de ensino e de divulgação. ↓ Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica. ↓ Relacionar o impacto das atividades da Física com a Engenharia Civil no contexto social e ambiental

Fonte: A autora

CONCLUSÕES

> “Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes”.
> (Marthin Luther King)

O objetivo de nossa pesquisa foi propor habilidades e competências que possam ser desenvolvidas na disciplina de Física e que contribuam de forma significativa na formação profissional do engenheiro civil, para tanto, a sustentação teórica, epistemológica e o método de pesquisa propiciaram melhor visão sobre quais são as necessidades de alunos e professores no processo ensino-aprendizagem da disciplina de Física,que possam contribuir para que ocorram melhorias significativas nesse processo.

A primeira contribuição desta pesquisa foi dada no resultado da análise dos PPCs, onde destacamos a suma importância da Física, que faz parte do núcleo básico da Engenharia Civil; que é dividido em três núcleos, o básico, profissionalizante e específico, ela é uma disciplina propedêutica e do aprendizado de seus conteúdos, dependem 70% das disciplinas do curso, dado que, desde a estruturação de uma obra, a hidráulica, o sistema elétrico até a construção de pontes, aeroportos e grandes estruturas dependem desse conhecimento básico.

A segunda contribuição da pesquisa foi identificar o processo ensino-aprendizagem da Física nos cursos de Engenharia Civil na cidade de Manaus, os resultados obtidos nas duas etapas do estudo mostraram que, apesar da relevância da disciplina para o curso, ela continua sendo ministrada de maneira descontextualizada, sem interação entre teoria e prática, sem experimentação significativa, mediante apresentação de conceitos, fórmulas, leis e postulados, de maneira desarticulada e distante do mundo vivido pelos alunos, vazios de significados, visto que os professores ainda ensinam a Física de maneira tradicional utilizando o livro texto ou apostilas, treinando para provas, fragmentando o conhecimento, sem um plano de ensino que norteie o processo, sem objetivos, o aluno é estimulado a trabalhar sozinho e principalmente sem o desenvolvimento de habilidades e competências.

Apesar dos professores terem conhecimento que a disciplina tem que ser contextualizada, os mesmos não sabem tornar isso uma ferramenta que facilite o aprendizado e insistem na solução de problemas repetitivos, com a finalidade que o aprendizado ocorra pela memorização e não pela construção de competências

adquiridas, neste ponto nossa pesquisa concorda com Brasil (2006), que revela que, a disciplina envolve listas de exercícios demasiadamente extensas, impedindo o aprofundamento necessário e a aplicação ao perfil profissional do aluno. Comprovamos que existe um descompasso entre o que a universidade apresenta aos alunos e a realidade deles.

A terceira contribuição foi identificar a visão dos coordenadores dos cursos de Engenharia Civil em relação ao ensino de Física, o resultado obtido nos mostra que o coordenador sabe do problema existente no processo de ensino da Física, mas por problemas inerentes a sua vontade e por políticas institucionais não consegue agir de forma a mudar esse processo e incentivar os professores a modificar sua metodologia tradicional e descontextualizada. Segundo um dos coordenadores, deveria ter um curso que formasse docentes para Engenharia. Assim, há que se repensar há necessidade de formação desses profissionais de ensino visto que, o professor de Física não foi formado para ministrar aula no curso de Engenharia e o engenheiro não foi formado para ser professor.

Os resultados mostram a necessidade de oferecer cursos ou oficinas que propiciem práticas interativas entre os docentes para que, as experiências sejam compartilhadas e os planos de ensino deixem de ser "plano padrão" e sim planejamentos flexíveis e realizados em conjunto, professor de Física e o professor das disciplinas especificas da Engenharia, onde fossem elaborados os reais objetivos, e que esses fossem desenvolver habilidades e competências, direcionando a ação do professor e facilitando a aprendizagem do aluno.

Acreditamos que deve partir dos coordenadores a promoção de ações de integração entre a disciplina Física que é a base da Engenharia e as disciplinas profissionalizantes do curso; eles têm a macro visão e poderão avaliar a redação desses objetivos e facilitar o processo, intermediando esse momento até que os professores estejam de comum acordo, de tal modo que as diversas aprendizagens para eles sejam alcançadas, os docentes precisam compartilhar experimentos, vivenciar práticas interativas, para que possam emergir idéias que norteiem as práticas pedagógicas resultando assim no aumento da qualidade do curso.

A quarta contribuição da pesquisa foi a concepção dos alunos, que na grande maioria considera a Física uma disciplina difícil, sem relação da teoria com a prática, centrada na resolução de problemas e interpretação de cálculo, com uma carência em

experimentação, descontextualizada e sem integração com as disciplinas especificas do curso, logo o nível de interesse pelas aulas é elevado, chegando a 83%, comprovando assim a primeira etapa da nossa pesquisa.

Na pesquisa ficou evidenciado que há uma diferença da prática pedagógica dos docentes de Física com os docentes das disciplinas profissionalizantes e especificas dos cursos, ainda que o engenheiro não tenha formação em docência, ficou provado que os alunos conseguem desenvolver habilidades e competências em suas aulas, pois os mesmos se mostraram competentes para planejar, executar e gerenciar projetos. Mas as habilidades que precisavam ser desenvolvidas nas aulas de Físicas não foram alcançadas.

A contribuição final dessa pesquisa é uma proposta de habilidades e competências, visando colaborar para o trabalho docente e a efetiva aprendizagem do aluno, conseguimos, após análise detalhada de todo o trabalho e do estudo com os *experts*; mas,dada à abrangência das habilidades e competências envolvidas em uma formação, destacamos que é uma proposta parcial, pois, acreditamos não ser possível seguir receitas ou fórmulas, mas é possível oportunizar conceitos, habilidades e atitudes que possam ser desenvolvidos de maneira eficaz.

As habilidades e competências de nossa proposta são essenciais não só para o desenvolvimento do futuro profissional do engenheiro civil, mas também, como um cidadão atuante, diante de um mundo globalizado, tecnológico e em transformação.

REFERENCIAS

ALMEIDA, E. F. Gestão da Educação Escolar. Pernambuco. BRASIL. 2014

ALMEIDA, R. G. C. O Papel dos Engenheiros e Matemáticos na História do Ensino de Física no Pará (1931-1970). Tese de Doutoramento, Universidade de São Paulo, 2006. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8138/tde-10072007-100501/pt-br.php. Acesso em: 16/12/2015.

ALMEIDA, A. T. BARROSO, M. F. FALCÃO, E. B. M. Reversão do Desempenho de Estudantes em um Curso de Física Básica. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 23, nº 1, 2001. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v23_83.pdf. Acesso em: 15/07/2015.

ALVARSTEIN, V e JOHANNSEN, L. K. Problem-based Learning Approach in Teaching Lower Level Logistics and Transportation. International Journal of Physical Distribution & Logistic Management. v. 31, n. 7/8, p.557-573.2001.Disponível em: http://www.emeraldinsight.com/doi/abs/. Acesso em: 15/12/2015.

ALZUGARAY, G. E. La Comprensión de Problemas de Campo Eléctrico en Estudiantes Universitarios: Aspectos de la Instrucción en la Organización de Representaciones. Tesis de Doutorado. Universidad de Burgos, Espanha. 2011. Disponível em: http://riubu.ubu.es/bitstream/10259/154/1/Alzugaray_de_la_Iglesia.pdf. Acessoem: 22/10/2015.

ANDERSON, L. W. KRATHWOHL, D. R. (2001).A taxonomy for learning, teaching, and assessing. New York: Longman.

ANDRADE, A. C. DINIZ, L. G. CAMPOS, J. C. C. Uma Metodologia de Ensino para Disciplinas de Laboratório Didático. Universidade Federal de Minas Gerais. 2011. Disponível em: https://www.ufmg.br/giz/wp-content/uploads/2014/10/11-Uma-metodologia-de-ensino-para-disciplinas-de-laborat%C3%B3rio-did%C3%A1tico-diagramado.pdf. Acesso em: 13/08/2015

ANJOS, A. J. S. Pesquisa em Ensino de Física e Sala de Aula: uma Reflexão Necessária. Caderno de Física da UEFS 11. (2013). Disponível em: http://dfis.uefs.br/caderno/vol11n12/Artigo01AJorge.pdf. Acesso em 15/12/2015.

ARAÚJO, M. S. T.Análise e Caracterização das Atividades Experimentais Desenvolvidas no Laboratório de Física da Unicsul, Universidade Cruzeiro do Sul. 2002

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. Disponível: http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n2/a07v25n2.pdf. Acesso 05/04/2015.

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

ARRUDA, J.R.C. Modelagem do Processo de Aprendizagem na Educação Superior: um enfoque no contexto da Física. Rio de Janeiro: Coleção Comenius. 2007.

ARRUDA, J. R. C.; MARIN, J. A. Un Sistema Didactico para la Ensenanza-Aprendizaje de la Fisica. Rev. Bras. Ensino Fís. vol.23 no.3 São Paulo. 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172001000300011. Acesso em: 14/07/2014.

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem em Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 30, n. 2, p.362-384, 2013.

ATKINSON, C. O. O Ensino de Física Básica no curso de Engenharia Ambiental. Dissertação de Mestrado. Itajaí. Santa Catarina. 2004

BARBETA, V. B.; YAMAMOTO, I. Dificuldades Conceituais em Física apresentadas por alunos ingressantes em um curso de Engenharia. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n. 3, p. 324-341, 2002.

BARROSO, M. F., FALCÃO, E. B. M. Evasão Universitária: O caso do Instituto de Física da UFRJ. Anais do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física. Jaboticatubas, 2004.

BATISTELLA, C. A. R. Atividades de ótica explorada no ensino médio. Mestrado em Ensino de Física. Porto Alegre, 2007.

BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: o contexto da educação tecnológica. Florianópolis: ed. UFSC. 2008.

BOESING, I. V. ROSA, J. A. Proposta para o ensino de Física nas Engenharias. EPEF, 2008.

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. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. Instrumento de Avaliação de Cursos de Graduação – Bacharelados, Licenciaturas e Cursos Superiores de Tecnologia. Brasília, junho, 2015. Disponível em <http://www.abepro.org.br>. Acesso em 18/12/2015.

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 06/08/2014.

BRASIL. MINISTÈRIO DA EDUCAÇÃO. SECRETARIA DE EDUCAÇÃO BÁSICA. Parâmetros nacionais de qualidade para a educação infantil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica: Brasília (DF), 2006

BRITO, A. País perde US$ 15 bi com má formação de engenheiro. Folha de São Paulo, 2010. Disponível em http://www1.folha.uol.com.br/fsp/mercado/me2106201001.htm. Acesso em: 30/09/2015.

CALÇAS, D. A. N. Q. P. A Percepção de docentes, discentes e egressos do curso de Engenharia Civil da Unesp - Campus de Bauru- sobre algumas questões curriculares. Tese. Universidade Estadual Paulista. São Paulo. 2009.

CABANELLAS, S. DOMININO, M. M. Representaciones de la Física en estudiantes de Ingeniería un análisis estructural. 2010. Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_tecnologianoensinodefisi.trabalho.pdf. Acesso em: 23/01/2015.

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. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/88225/234247.pdf. Acesso em 18/12/2015.

CARVALHO, J. D. A.; LIMA, R. M. Organização de um processo de aprendizagem baseado em projetos interdisciplinares em Engenharia. Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE), Universidade de Passo Fundo, 2006. Disponível em http://pessoais.dps.uminho.pt/jdac/ensino/Artigo%20cobenge%202006.pdf. Acesso 18/12/2015.

CASTELLS, M. A sociedade em rede. São Paulo: Paz e Terra, 2004.

COSTA, G. G. G. CARDOSO, H. B. CATUNDA, T. Investigação da Concepção de Estudantes Universitários sobre Circuitos Elétricos. Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_circuitoseletricossegund.trabalho.pdf. Acesso em 30/09/2015.

COSTA, S. S. C. MOREIRA, M. A. O Papel da Modelagem Mental dos Enunciados na Resolução de Problemas em Física. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 24 nº1, 2002. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rbef/v24n1/a09v24n1.pdf. Acesso em: 25/03/2014.

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

CRESWELL, J. W. PLANO CLARK, J. W. Pesquisa de Métodos Mistos. Editora Penso. Porto Alegre. 2013.

CUNHA, V. L. A importância de Conhecer outros Saberes para o Exercício da Docência. Editora Globo. Porto Alegre. 2002.

CUSMOVA, D; AGUILA, Z.J; FRANZONI, M; SABLÓN, V.B Uma proposta metodológica de ensino de Física para os cursos de Engenharia. 2012. Disponível emhttp://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2012/artigos/103686.pdf, acesso em 30/09/2015

DIAZ, M. H. R. Aplicación del sistema 4mat en la enseñanza de la Física a nivel universitario. 2009. 132p. Tese (Doutorado). Instituto Politécnico Nacional- Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada. México. 2009.

DA SILVA JUNIOR, C. A. P. Engenharia de Transportes no Ensino de Graduação: Competências, Habilidades, Processo de Ensino-Aprendizagem e Avaliação. 2014. 199p. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014.

DORNELES, P. F. T. ARAÚJO, I. S. VEIT, E. A. Simulação e Modelagem Computacionais no Auxílio da Aprendizagem Significativa de Conceitos Básicos de Eletricidade. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 28 nº4, 2006. Disponível em: http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/050704.pdf. Acesso em: 13/09/2014.

DUCH, B. J. Problem based learning at University of Delaware.2008.Disponível emhttp://www1.udel.edu/inst/. Acesso em: 10/12/2014.

EISNER, E. The Educational Imagination: on the Design and Evaluation of School Programs. New York. 1979.

EL-RAGHY, S. Quality Engineering Education: Students Skills and Experiences. Global J. Of Enginnering Educ., Vol. 3, n.1, 1999.

FERNANDES, C. À Procura da Senha da Vida-de-senha a Aula Dialógica? In: VEIGA, Ilma Passos Alencastro (Org.). Aula: gênese, dimensões, princípios e práticas. Campinas: Papirus, 2008.

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

FLICK, U. Introdução à pesquisa qualitativa. 3 ed. Tradução: Joice Elias Costa. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FREIRE, A. P. CARDOSO, M. F. Conceitos de Física Básica em Turmas de Disciplinas de Terceiro Ano Universitário: Análise e Perspectivas. Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. EPEF. 2002. Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=epef&cod. Acesso em: 14/07/2015.

FONSECA, J. J. J. Metodologia da Pesquisa Científica. Editora FGV, São Paulo, 2012.

GADOTTI, M. Informação, conhecimento e sociedade em rede: que potencialidades? In: Revista Educação, Sociedade e Culturas, n.º 23, 2005. Acesso em: 31/05/2016.

GALO, J. J. M.; MACEDO, M. N. Q. Proposta de um ciclo de formação básica – tronco das Engenharias. Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Campina Grande, 2005.

GARCIA, C. P. DICKMAN, A. G. Ensino do Efeito Fotoelétrico em Engenharia – um Papel para as Simulações Computacionais. Simpósio Nacional em Ensino de Física. 2008. Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia. Acesso em: 14/09/2014.

GIACOSA, N. S. Los Curricula de Física en las carreras de Ingeniería, Química, Farmacia y Bioquímica. Un Estudio comparativo. Revista de Ensenanza de la Física. 2003. Disponível em: https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article. Acesso em: 14/07/2015.

GIL PÉREZ, D.MARTÍNEZ TORREGROSA, J. La Resolución de Problemas de Física: Una Didáctica Alternativa. Madrid: Ministério de Educación y Ciencia: ed. Vicens-vives. 1987.

GIMENO SACRISTÀN, J. Saberes e Incertezas sobre o Currículo – Porto Alegre: Penso. 2013.

GIMENO SACRISTÁN, J. PÉREZ GOMES, A. I. Compreender e transformar o ensino. 4. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2013.

GIMENO SACRISTÁN, J. O Currículo – Uma Reflexão Sobre a Prática. 3 ed. Porto Alegre: ARTMED. 2000.

GOBARA, S. T.; MARQUES, S. M. Aprendizagem de Ondas Sonoras por Meio de uma Situação didática. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba – 2008.

GOLDMAN. K. Gestão do Conhecimento. 2. Ed. Editora UEP. 2010.

GOMES, G. G. PIETROCOLA, M. O experimento de Stern-Gerlach e o spin do eletron: um exemplo de quasi-história. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 33, nº 2, 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rbef/v33n2/a19v33n2.pdf. Acesso em: 13/07/2015.

GRAVONSKI, I. R. O Desafio de Formar Formadores na e para a Educação Tecnológica: O Método Misto de Pesquisa para a Análise dos Saberes e da Aprendizagem Docente no Contexto das Tecnologias de Informação e Comunicação. 2013. 283 f. Tese (Doutorado). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Curitiba, 2013. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/483/1/CT_PPGTE_D_Gravonski,%20Isabel%20Ribeiro_2013.pdf. Acesso em: 15/09/2014.

GRUNDY, S. Curriculum: Productor Praxis, Lewes: Falmer Press. 1987.

GUIMARÃES, J. País perde U$15 bilhões com má formação de Engenheiros. Federal Nacional dos Engenheiros. 2010. Disponível em: http://www.fne.org.br/index.php. Acesso em 14/08/2014.

GUISASOLA, J. CEBERIO, M. ZUBIMENDI, J. L. El Papel Científico de las Hipótesis y los Razonamientos de los Estudiantes Universitarios en Resolución de

Problemas de Física. 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php. Acesso em: 12/12/2015.

KALHIL, J.B. Estratégia 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.

KAHAN, S. BLANCO, E. CURIONE, K. MIGUEZ, M. Explorando los errores conceptuales de ingresantes a la Facultad de Ingenieria. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 30, n. 4, 4401 (2009). Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1806-11172008000400007&script=sci_abstract. Acesso em: 12/07/2015.

KUEHN, A. BAZZO, W. A. O que queremos da educação tecnológica? CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2004. Disponível em http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2004/artigos/01_058.pdf. . Acesso em: 12/12/2015.

KURI, N. P., MANZATO, G. G.; SILVA, A. N. R. Aprendizado baseado em problemas em uma plataforma de ensino a distância: uma aplicação do colna EESC-USP. Revista Minerva, v.4, n1. 2007. Disponível em http://www.fipai.org.br/Minerva%2004(01)%2004.pdf. Acesso em: 20/12/2015.

KYTE, M, DIXON, M. ABDEL-RAHIM, A .e BROWN, S (2010) A Process for Improving the Design of transportation Curriculum Materials with Examples. Disponível em http://trrjournalonline.trb.org/doi/abs/10.3141/2199-03. Acesso em 15/12/2015

LAUDARES, F. A. L. CRUZ, F. A. O. CRUZ, T. G. BIGANSOLLI, R. Instrumentação para Ensino de Física, Revista Tecnológica. 2014. Disponível em: http://refiedu.webs.uvigo.es/Refiedu/Vol7_1/REFIEDU_7_1_5.pdf. Acesso em: 12/10/2015.

LEITÃO I. L. TEIXEIRA, P. F. ROCHA, F. S. A vídeo-análise como recurso voltado ao ensino de Física Experimental: um exemplo de aplicação na mecânica. Revista Eletrônica de Investigação em Educação em Ciências. 2010. Disponível em: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci. Acesso em: 15/08/2014.

LEITE, M. S. S. C. ALMEIDA, M. J. B. M. Compreensão de Termos Científicos no Discurso da Ciência. Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 23, nº 4, 2001. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid. Acesso em: 25/09/2014.

LIBÂNEO, J. C. Didática. 2ª edição. Editora Cortez, São Paulo. 2013.

LIMA, S. C. TAKAHASHI, E. K. Promover a Aprendizagem Significativa em Mecânica. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – Curitiba – 2008. Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/dados/epef/_sobreascompetenciasenvol.trabalho.pdf. Acesso em: 14/12/2015.

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

MACHADO, V. PINHEIRO, N. A. M. Investigando a Metodologia dos Problemas Geradores de Discussões:Aplicações na Disciplina de Física no Ensino de Engenharia. 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v16n3/v16n3a02.pdf. Acesso em: 01/11/2014.

MANZINI, N. I. J. Construção do Conhecimento em Física Mecânica com Utilização de Material Digital. Simpósio Nacional de Ensino de Física. SNEF. 2009. Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=snef. Acesso em: 14/09/2015.

MARTINS, M.I; WERKHAIZER, F. E. Adaptação metodológico-curricular de Física para Engenharia: o Eletromagnetismo para a Engenharia Eletrônica e de Telecomunicação. IX EPEF. 2006. Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_tecnologianoensinodefisi.trabalho.pdf. Acesso em: 13/02/2014.

MASETTO. M. T. O Professor Universitário em Sala de Aula. 8ª edição. São Paulo: M. G. Editores Associados, 2003.

MASETTO. M. T. Inovação no ensino superior. São Paulo: Edições Loyola, 2012.

MATHEUS, T. A. M.; SOUSA, C. M. S. G.; MOREIRA, M. A. A resolução de situações problemáticas experimentais em Física Geral à luz da teoria dos campos conceituais. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2004.

MELLO, T. Melhores Poemas de Thiago de Mello in ALEIXO. M. F. K. Global Editora. 2009.

MENESTRINA, T.; BARBOZA, L. BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade e formação de engenheiro: análise da legislação vigente. XXXV Congresso Nacional de Educação em Engenharia. Curitiba, 2012. Disponível em: http://www.abenge.org.br/cobenge-2014/Artigos/128688.pdf. Acesso em 25/11/2015.

MOLISANI, A. L. Evolução do perfil didático-pedagógico do professor-engenheiro. Educação e Pesquisa, São Paulo, 2016. Disponível em http://www.scielo.br/pdf/ep/2016nahead/1517-9702-ep-S1517-9702201608149237.pdf. Acesso em 09/09/2016.

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.

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

MOREIRA, M. A.; PINTO, A. O. Dificuldades dos Alunos na Aprendizagem da Lei de Ampere, a Luz da Teoria dos Modelos Mentais de Johnson-Laird. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, no. 3, Setembro, 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rbef/v25n3/a09v25n3.pdf. Acesso em: 18/07/2015.

MOREIRA, M. A.; KREY, I. Dificuldades dos alunos na aprendizagem da lei de Gauss em nível de Física geral a luz da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 28, nº.3, Setembro, 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172006000300012. Acesso em: 18/07/2015.

NASSAR, A. B. ALMEIDA, J. F. BASSALO, J. M. A Física e os Novos Rumos da Engenharia na Amazônia. Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 30, nº.1, Setembro, 2008. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci. Acesso em 14/07/2015.

OLIVEIRA, E. de. E. N.S, R. T. et al. Análise de conteúdo e pesquisa na área da educação. Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v. 4, n.9, p.11-27, maio/ago. 2003. Disponível em: http://www2.pucpr.br/reol/pb/index.php/ . Acesso em: 16/12/2015.

OLIVEIRA, J. C. O. Ensino da Física num Curso Superior de Engenharia - Na Procura de Estratégias Promotoras de uma Aprendizagem Activa. Tese de doutorado. 2009. Aveiro - Portugal.

OLIVEIRA, V. F. Trajetória e estado da Arte da formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Engenharias / Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. 2010

OLIVEIRA, V. F. Trajetória e estado da arte da formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia.:

OLIVEIRA, V. F. Um estudo sobre a expansão da formação em Engenharia no Brasil. Revista de Ensino de Engenharia, v.32, ano 3, 2013. Disponível em: http://www.ufjf.br/observatorioEngenharia/ExpEng-RevAbenge.pdf. Acesso em 14/09/2015.

OLIVEIRA, H. P; PASSOS, W. A. C. O ensino de Física Básica para a Engenharia: O caso da Univasf. Revista de Ensino de Engenharia, v. 33, n. 2, 2014. Disponível em: http://www.abenge.org.br/revista/index.php/abenge/article/view/213. Acesso em: 14/07/2015.

PENA, F. L. A. Da Pesquisa em Ensino de Física para a Sala de Aula. Simpósio Nacional de Ensino de Física. 2008. Disponível em: http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_dapesquisaemensinodefísica.pdf. Acesso em: 14/08/2015.

PERFOLL, A.P; REZENDE, M. F. A Física moderna e contemporânea e o ensino de Engenharia: contexto e perspectivas. Congresso Brasileiro de Engenharia. 2004. Disponível em: http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2004/artigos. Acesso em 17/07/2015.

PLANTAMURA, V; SOUZA, M. R. C; BONILHA, T. Guia de Didática do Ensino Superior. 2013. Manaus. Editora Universidade Nilton Lins. 2013.

PIQUEIRA, J. R. C. O Ensino da Engenharia no Brasil, USP. 2010. Disponível em: http://www.poli.usp.br/. Acesso em 14/08/2014.

POMMER, A interdisciplinaridade e o ensino de Engenharia: ensaio sobre um projeto articulador 2012. Disponível em http://stoa.usp.br/wmpommer/files/3816/20223/.pdf acesso em 13/07/2015.

RAIA JÚNIOR, A. A. O Uso da Física no Ensino de Engenharia e Segurança de Tráfego. Revista Brasileira de Ensino de Engenharia. 2001. Disponível em: http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2000/artigos/317.PDF. Acesso em: 14/09/2014.

RAMOS, T. C. VERTCHENKO, L. Uma Abordagem experimental das propriedades dos corpos deformáveis no ensino de Física Geral para os cursos de Engenharia. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 33, n. 1, 1502 (2011). Disponível em: www.sbfisica.org.br. Acesso em: 13/07/2015.

REIS, M. A. F. Uma Análise do Uso de Simulações Computacionais no Ensino de Colisões Mecânicas. X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. 2004. Disponível: http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=epef&cod. Acesso: 15/08/2014.

RODRIGUES, K. C., MARINHO, E. C. P., SILVA, J. R. S., CUNHA, K. S. Avaliação da Aprendizagem de Eletricidade a partir de uma Proposta de Educação Científica Baseada em Projetos. IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. Ponta Grossa. Paraná. 2014. Disponível em: http://sinect.com.br/anais2014/anais2014/artigos/ensino-de-fisica/01409571934.pdf. Acesso em 14/05/2015.

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

ROSA, C. W. ROSA, A. B. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. Revista Iberoamericana de Educação, v. 58, n. 2, p. 1 – 24. 2012.

RUSSELL, B. História do pensamento ocidental. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004.

SANTOS, J. V. Formação Básica em Engenharia: A articulação das disciplinas pelo Cálculo Diferencial e Integral. 2009. Tese. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. 2009.

SANTOS, R. P.; CARBÓ, A. D. Uma Proposta de Perfil Conceitual para o Conceito de Massa. IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, 2007, São Paulo. Anais: Sociedade Brasileira de Física, 2007. Disponível em: http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p1073.pdf. Acesso em: 17/05/2015.

SANTOS, A. C. F. NUNES, L. N. Utilizando analogias para a visualização de equipotenciais com uma planilha de dados. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 2, 2401 (2013). Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rbef/v35n2/16.pdf. Acesso em: 07/13/2015.

SANTOS, A; VIDOTTO, L.S; GIUBLIN, C. R. A utilização do método Delphi em pesquisas na área da gestão da construção. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 51-59, abr./jun. 2005. Disponível em: http://www.seer.ufrgs.br/ambiente, acesso em 14/03/2016.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na reestruturação do ensino da Física. In: Carvalho, A. M. P. et al. (Orgs.). São Paulo: Cengage Learning, 2010.

SENO, W. P; BELHOT, R. V. Delimitando a fronteira para a identificação de competências para a capacitação de professores de Engenharia para o ensino a distância. Revista Gestão e Produção, São Carlos, v. 16, n. 3, 2009. Disponível em http://www.scielo.br/pdf/gp/v16n3/v16n3a15.pdf. Acesso em: 10/10/2016.

SERTEK, P. Apagão de Engenheiros no Brasil. Gazeta do Povo. São Paulo 2010. Disponível em: http://www.gazetadopovo.com.br/opiniao. Acesso em: 14/03/2014.

SILVA, M. C. D. V. Análise da aprendizagem baseada em problemas no ensino de Engenharia de produção, Universidade Federal de Itajubá, 2014. Disponível em: http://saturno.unifei.edu.br/bim/2014008849.pdf . Acesso em 10/10/2016.

SILVA, L.P; CECÍLIO, S. A mudança no modelo de ensino e de formação na Engenharia. Educação em Revista, Belo Horizonte, v. 45, 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid. Acesso em: 10/10/2016

SILVA, B.F; DINIZ. J; BORTOLUZZI, M. A. Mini curso de Estatística Básica: Introdução ao software R. Universidade Federal de Santa Maria. 2009. Disponível em: http://www.uft.edu.br/engambiental/prof/catalunha/arquivos/r/r_bruno.pdf. Acesso em 12/03/2016.

SOFTWARE R.A Language and Environment for Statistical Computing.R Foundation for Statistical Computing: Vienna, Austria, 2016. Disponível em: http://www.R-project.org. Acesso em: 6/07/2016.

SOUZA, M. R. C. Um novo olhar no ensino de Física no curso de Engenharia na Amazônia. Dissertação de Mestrado. UEA. Manaus. 2011.

SOUZA, J. G. P; SOUZA, M. R. C e KALHIL, J. B. História da Física: considerações sobre a importância na formação dos professores de Física. Educação e Sustentabilidade na Amazônia. LBP. 2015.

STIPEK, D. Good instruction is motivating. In: WIGFIELD, A.; ECLESS, J.S. (Eds.) Development of Achievement Motivation. San Diego, Cal.: Academic Press, 2002.

Disponível em: http://cepa.stanford.edu/content/good-instruction-motivating. Acesso em 20/12/2015.

SZAJNBERG, M. ZAKON, A. A Ampliação e a Readequação do Ensino da Física para a Engenharia do Terceiro Milênio. Revista Brasileira de Ensino de Engenharia 2001. Disponível em: http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2001/. Acesso em: 14/07/2015.

TARDIF, M. Saberes docentes e formação profissional. Petrópolis: Editora Vozes, 2002.

TASAKA. M. F. MATTASOGLIO NETO. O. Inserção da aprendizagem ativa de Física em um curso de Engenharia (in-class exercise teams) – "aprendendo a aprender". Escola de Engenharia de Mauá. 2014. Disponível em http://maua.br/files/122014/insercao-da-aprendizagem-ativa-de-fisica.pdf.Acesso em: 18/12/2015.

TOLEDO, R. S. CRUZ, G. V. ZALDO, A. F. LUNAZZI, J. J. MAGALHÃES, D. S. F. El holograma y su utilizacion como un medio de enseñanza de la Física en ingeniería. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 1, 1401 (2009). Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rbef/v31n1/v31n1a07.pdf. Acesso em: 13/07/2015.

VEIGA, I. P. A. (org.). Projeto Político Pedagógico da escola: Uma construção possível. 19ª Ed. Cortez, 2005.

VIÇOSA, U. F. Aspectos do Projeto Político Pedagógico Institucional nas Universidades Federais Brasileiras. Universidade Federal de Viçosa. 2015. Disponível em http://www.ufv.br/pre/ppi/ppp.pdf. Acesso em 05/02/2016.

WRIGHT, J. T. C.; GIOVINAZZO, R. A. Delphi: uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. Cadernos de Pesquisa em Administração, São Paulo, v. 1, n. 12, 2000.

YANITELLY, M. S. Un cambio significativo en la enseñanza de las ciencias. El uso del ordenador en la resolución de situaciones experimentales de Física en el nivel universitario básico.2001. 212 f. Tese (doutorado). Universidade de Burgos, 2011. Espanha.

ZABALA, A.; ARNAU, L. Como aprender e ensinar competências. Artmed, 2010. Porto Alegre.

ZAKON, A; SZALNBERG, M. E NASCIMENTO, J. L. A expansão das ciências naturais e das Engenharias em 2001. Anais do XXX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Porto Alegre. 2001

ZAKON, A; MORDKA, S. A ampliação e a readequação do Ensino da Física para a Engenharia do Terceiro Milênio. 2006. Rio de Janeiro.

APÊNDICE A: ROTEIRO DE ENTREVISTA – COORDENADOR

Roteiro de entrevista semi-estruturado para o Coordenador de Curso – Engenharia Civil

1. Qual a sua titulação e formação acadêmica?
2. Os professores de Física têm conhecimento das diretrizes curriculares para o curso de Engenharia Civil?
3. Eles têm acesso ao PPC?
4. A IES orienta os professores a conhecer e trabalhar o perfil profissional do egresso?
5. Como é elaborado o plano de Ensino?
6. Há reunião para avaliação do plano de Ensino?
7. Os professores são orientados a trabalhar a disciplina Física para o desenvolvimento das habilidades e competências da Engenharia?
8. Como são elaboradas as avaliações de aprendizagem?
9. Os professores são orientados a trabalhar a disciplina de Física relacionando com as disciplinas profissionalizantes da Engenharia Civil.
10. Você tem contribuições para a minha pesquisa?

APÊNDICE B: ROTEIRO DE ENTREVISTA – PROFESSOR

Roteiro de entrevista semi-estruturado para o Professor de Física – Engenharia Civil

1) Qual a sua titulação e formação acadêmica?
2) Como você considera o processo ensino-aprendizagem da Física na Engenharia Civil?
3) Como é o processo de elaboração do Plano de Ensino?
4) Você tem conhecimento das Diretrizes Curriculares Nacionais das Engenharias?
5) Você tem acesso ao PPC ou participou de reunião para elaboração?
6) A IES orienta os professores a conhecer e trabalhar o perfil profissional do egresso?
7) Há reunião para avaliação do plano de Ensino?
8) Os professores são orientados a trabalhar a disciplina Física para o desenvolvimento das habilidades e competências da Engenharia?
9) Os professores são orientados a trabalhar a disciplina de Física relacionando com as disciplinas profissionalizantes da Engenharia Civil.
10) Você tem contribuições para a minha pesquisa?

APÊNDICE C: QUESTIONÁRIO -ALUNOS

CAROS ESTUDANTES:

Este questionário é parte integrante e fundamental da minha pesquisa de doutorado em Educação em Ensino de Ciências cujo titulo é: Contribuições do Ensino da Física na Formação de Engenheiro Civil na Cidade de Manaus.

Desde já agradeço a sua colaboração.

Obrigada.

Maud Rejane Souza

Processo Ensino-aprendizagem

1. Havia experimentos em suas aulas de Física?

☐Nunca ☐Poucas vezes ☐Algumas vezes ☐Frequentemente ☐Sempre

2. Havia integração da teoria e da prática nas disciplinas de Física ministradas?

☐ Nunca ☐Poucas vezes ☐Algumas vezes ☐ Frequentemente ☐Sempre

3. Havia articulação entre as disciplinas de Física e as disciplinas profissionalizantes do curso?

☐Nunca ☐Poucas vezes ☐Algumas vezes ☐Frequentemente ☐Sempre

4. O seu nível de interesse pelas aulas de Física foi?

☐Muito insatisfeito ☐Insatisfeito ☐Pouco satisfeito ☐Satisfeito ☐Muito satisfeito

Habilidades e competências

5. Você consegue exemplificar os conceitos e princípios fundamentais da Física aplicados a Engenharia Civil?

☐Nunca ☐Poucas vezes☐Algumas vezes ☐ Frequentemente☐Sempre

6. Como você se considera em relação a formular problemas físicos, tanto teóricos como experimentais, que estejam relacionados a Engenharia Civil?

☐Muito insatisfeito ☐Insatisfeito ☐Pouco satisfeito☐Satisfeito☐Muito satisfeito

7. Como você se sente em relação aos conhecimentos das habilidades e competências que um engenheiro civil precisa ter desenvolvido ao concluir seu curso?

☐Muito insatisfeito ☐Insatisfeito ☐Pouco satisfeito ☐Satisfeito ☐Muito satisfeito

8. Você se considera competente para planejar, supervisionar, elaborar e conduzir projetos?

   ☐Nunca ☐Poucas vezes ☐Algumas vezes ☐Frequentemente ☐Sempre

9. Havia atividades em que você comunicava conceitos físicos em linguagem oral, escrita ou gráfica.

   ☐Nunca ☐ Poucas vezes ☐ Algumas vezes ☐ Frequentemente ☐ Sempre

Currículo

10. Como você avalia o nível de oportunidade de acesso e discussão que a Instituição oferece sobre o Projeto Político Pedagógico com professores e alunos?

    ☐Muito insatisfeito ☐Insatisfeito ☐Pouco satisfeito ☐Satisfeito ☐Muito satisfeito

11. Você teve acesso ao plano de ensino da disciplina de Física?

    ☐Nunca ☐Poucas vezes ☐Algumas vezes ☐Frequentemente ☐Sempre

12. Como você analisa a relação professor-aluno na disciplina de Física?

    ☐Muito insatisfeito ☐Insatisfeito ☐Pouco satisfeito ☐Satisfeito ☐Muito satisfeito

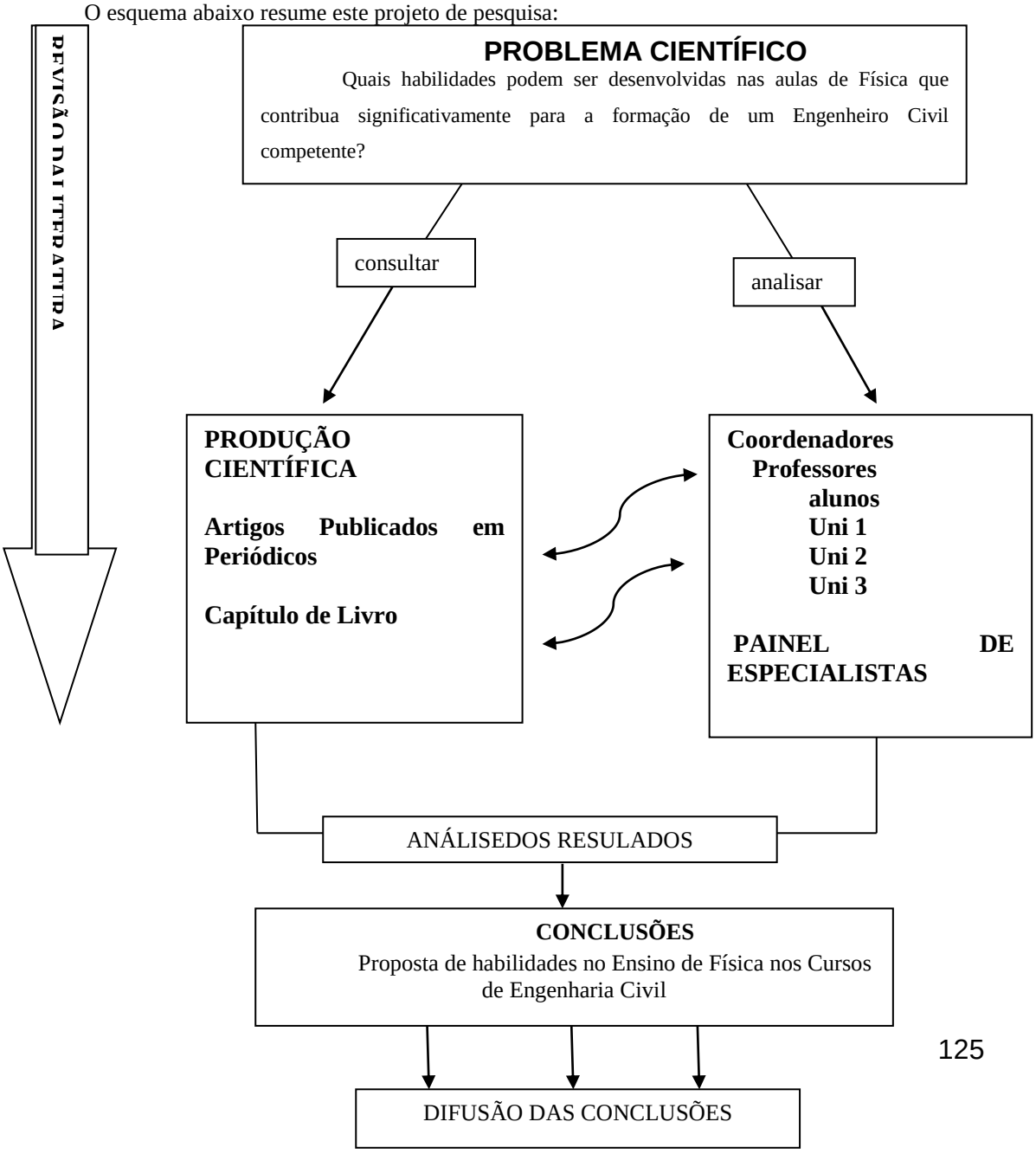
APÊNDICE D: INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA E O MÉTODO DELPHI

O PROJETO DE PESQUISA

O Curso de Engenharia Civil tem um alto índice de reprovação nas disciplinas do ciclo básico, segundo os pesquisadores da área uma das causas atribuídas esta relacionada à disciplina de Física que é ministrada de maneira descontextualizada e sem relação com as disciplinas profissionalizantes, o excesso de teoria no início e o adiamento da experiência prática desestimulam os alunos, que são reprovados diversas vezes, muitos abandonam (43%) e a maioria dos alunos que concluem o curso não tem um bom desempenho profissional. A fim de contribuir para a resolução desse problema primeiramente fizemos um levantamento bibliográfico da sustentação da trajetória do Ensino da Física nos Cursos de Engenharia, onde realizamos a revisão de literatura da área, além das análises documentais dos Projetos Pedagógicos dos Cursos, Diretrizes Curriculares Nacionais e Planos de Ensino de Física. Seguindo com uma avaliação diagnóstica do ensino da física nos cursos de Engenharia Civil, para isso investigamos as concepções dos alunos, coordenadores e professores, através de questionário e entrevistas.

A temática de estudo, tenta encontrar soluções que façam com que a Física contribua de maneira significativa na formação do engenheiro civil. Fomentar a reflexão e sumarizar as concordâncias e divergências parece-nos muito pertinente e útil, podendo subsidiar melhorias na pesquisa e atuação neste campo.

O esquema abaixo resume este projeto de pesquisa:



ANEXO A: DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS - ENGENHARIA

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO

CÂMARA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR
RESOLUÇÃO CNE/CES 11, DE 11 DE MARÇO DE 2002.

Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.

O Presidente da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, tendo em vista o disposto no Art. 9º, do § 2º, alínea "c", da Lei 9.131, de 25 de novembro de 1995, e com fundamento no Parecer CES 1.362/2001, de 12 de dezembro de 2001, peça indispensável do conjunto das presentes Diretrizes Curriculares Nacionais, homologado pelo Senhor Ministro da Educação, em 22 de fevereiro de 2002, resolve:

Art. 1º A presente Resolução institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, a serem observadas na organização curricular das Instituições do Sistema de Educação Superior do País.

Art. 2º As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino de Graduação em Engenharia definem os princípios, fundamentos, condições e procedimentos da formação de engenheiros, estabelecidas pela Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, para aplicação em âmbito nacional na organização, desenvolvimento e avaliação dos projetos pedagógicos dos Cursos de Graduação em Engenharia das Instituições do Sistema de Ensino Superior.

Art. 3º O Curso de Graduação em Engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado 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.

Art. 4º A formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades gerais:

I - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à Engenharia;

II - projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;

III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;

IV - planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia;

V - identificar, formular e resolver problemas de Engenharia;

VI - desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;

VI - supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;

VII - avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;

VIII - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;

IX - atuar em equipes multidisciplinares;

X - compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;

XI - avaliar o impacto das atividades da Engenharia no contexto social e ambiental;

XII - avaliar a viabilidade econômica de projetos de Engenharia;

XIII - assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Art. 5º Cada curso de Engenharia deve possuir um projeto pedagógico que demonstre claramente como o conjunto das atividades previstas garantirá o perfil desejado de seu egresso e o desenvolvimento das competências e habilidades esperadas.

Ênfase deve ser à necessidade de se reduzir o tempo em sala de aula, favorecendo o trabalho individual e em grupo dos estudantes.

§ 1º Deverão existir os trabalhos de síntese e integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, sendo que, pelo menos, um deles deverá se constituir em atividade obrigatória como requisito para a graduação.

§ 2º Deverão também ser estimuladas atividades complementares, tais como trabalhos de iniciação científica, projetos multidisciplinares, visitas teóricas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores e outras atividades empreendedoras.

Art. 6º Todo o curso de Engenharia, independente de sua modalidade, deve possuir em seu currículo um núcleo de conteúdos básicos, um núcleo de conteúdos profissionalizantes e um núcleo de conteúdos específicos que caracterizem a modalidade.

§ 1º O núcleo de conteúdos básicos, cerca de 30% da carga horária mínima, versará sobre os tópicos que seguem:

I - Metodologia Científica e Tecnológica;
II - Comunicação e Expressão;
III - Informática;
IV - Expressão Gráfica;
V - Matemática;
VI - Física;
VII - Fenômenos de Transporte;
VIII - Mecânica dos Sólidos;
IX - Eletricidade Aplicada;
X - Química;
XI - Ciência e Tecnologia dos Materiais;
XII - Administração;
XIII - Economia;
XIV - Ciências do Ambiente;
XV - Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania.

§ 2ºNos conteúdos de Física, Química e Informática, é obrigatória a existência de atividades de laboratório. Nos demais conteúdos básicos, deverão ser previstas atividades práticas e de laboratórios, com enfoques e intensividadecompatíveis com a modalidade pleiteada.

§ 3º O núcleo de conteúdos profissionalizantes, cerca de 15% de carga horária mínima, versará sobre um subconjunto coerente dos tópicos abaixo discriminados, a ser definido pela IES:

I - Algoritmos e Estruturas de Dados;
II - Bioquímica;
III - Ciência dos Materiais;
IV - Circuitos Elétricos;
V - Circuitos Lógicos;
VI - Compiladores;
VII - Construção Civil;
VIII - Controle de Sistemas Dinâmicos;
IX - Conversão de Energia;
X - Eletromagnetismo;
XI - Eletrônica Analógica e Digital;
XII - Engenharia do Produto;
XIII - Ergonomia e Segurança do Trabalho;
XIV - Estratégia e Organização;
XV - Físico-química;
XVI - Geoprocessamento;
XVII - Geotecnia;
XVIII - Gerência de Produção;
XIX - Gestão Ambiental;
XX - Gestão Econômica;
XXI - Gestão de Tecnologia;
XXII - Hidráulica, Hidrologia Aplicada e Saneamento Básico;
XXIII - Instrumentação;
XXIV - Máquinas de fluxo;

XXV - Matemática discreta; XXVI –

Materiais de Construção Civil;

XXVII - Materiais de Construção Mecânica;

XXVIII - Materiais Elétricos;

XXIX - Mecânica Aplicada;

XXX - Métodos Numéricos;

XXXI - Microbiologia;

XXXII - Mineralogia e Tratamento de Minérios;

XXXIII - Modelagem, Análise e Simulação de Sistemas;

XXXIV - Operações Unitárias;

XXXV - Organização de computadores;

XXXVI - Paradigmas de Programação;

XXXVII - Pesquisa Operacional;

XXXVIII - Processos de Fabricação;

XXXIX - Processos Químicos e Bioquímicos;

XL - Qualidade;

XLI - Química Analítica;

XLII - Química Orgânica;

XLIII - Reatores Químicos e Bioquímicos;

XLIV - Sistemas Estruturais e Teoria das Estruturas;

XLV - Sistemas de Informação;

XLVI - Sistemas Mecânicos;

XLVII - Sistemas operacionais;

XLVIII - Sistemas Térmicos;

XLIX - Tecnologia Mecânica;

L - Telecomunicações;

LI - Termodinâmica Aplicada;

LII - Topografia e Geodésia;

LIII - Transporte e Logística.

§ 4º O núcleo de conteúdos específicos se constitui em extensões e aprofundamentos dos conteúdos do núcleo de conteúdos profissionalizantes, bem como de outros conteúdos destinados a caracterizar modalidades. Estes conteúdos,

consubstanciando o restante da carga horária total, serão propostos exclusivamente pela IES. Constituem-se em conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais necessários para a definição das modalidades de Engenharia e devem garantir o desenvolvimento das competências e habilidades estabelecidas nestas diretrizes.

Art. 7º A formação do engenheiro incluirá, como etapa integrante da graduação, estágios curriculares obrigatórios sob supervisão direta da instituição de ensino, através de relatórios técnicos e acompanhamento individualizado durante o período de realização da atividade. A carga horária mínima do estágio curricular deverá atingir 160 (cento e sessenta) horas.

Parágrafo único. É obrigatório o trabalho final de curso como atividade de síntese e integração de conhecimento.

Art. 8º A implantação e desenvolvimento das diretrizes curriculares devem orientar e propiciar concepções curriculares ao Curso de Graduação em Engenharia que deverão ser acompanhadas e permanentemente avaliadas, a fim de permitir os ajustes que se fizerem necessários ao seu aperfeiçoamento.

§ 1º As avaliações dos alunos deverão basear-se nas competências, habilidades e conteúdos curriculares desenvolvidos tendo como referência as Diretrizes Curriculares.

§ 2º O Curso de Graduação em Engenharia deverá utilizar metodologias e critérios para acompanhamento e avaliação do processo ensino-aprendizagem e do próprio curso, em consonância com o sistema de avaliação e a dinâmica curricular definidos pela IES à qual pertence.

Art. 9º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

ARTHUR ROQUETE DE MACEDO

Presidente da Câmara de Educação Superior

ANEXO B :PLANO DE ENSINO UNIVERSIDADE 1

UNIVERSIDADE NILTON LINS
Av. Professor Nilton Lins, 3259 Parque das Laranjeiras
CNPJ: 04.803.904/0001-06 CEP: 69.058-030
Tel: (92) 36432000 Fax: (92) 36432000
Home Page: http://www.niltonlins.br E-Mail: uniniltonlins@niltonlins.br

Plano de Ensino [ENG031FÍSICI - 2013/1] - [FÍSICA I]

Objetivos do Curso

Perfil do Egresso

Ementa

Sistemas de medidas e tratamento de dados; Mecânica: movimento em uma dimensão; Movimento em duas e três dimensões; 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.

Contextualização da Disciplina

MARCO OPERACIONAL

Objetivo Geral

Ensinar os fundamentos teoricos da física I para nível superior com base nos conhecimentos de calculo I e algebra I e fazer pratica desses conhecimentos em laboratorio

Objetivos Específicos

mostrar a aplicaçao desses conhecimentos na engenharia, tanto a base teorica quanto a pratica

Conteúdo Programatico

UNIVERSIDADE NILTON LINS
Av. Professor Nilton Lins, 3259 Parque das Laranjeiras
CNPJ: 04.803.904/0001-06 CEP: 69.058-030
Tel: (92) 36432000 Fax: (92) 36432000
Home Page: http://www.niltonlins.br E-Mail: uniniltonlins@niltonlins.br

Plano de Ensino [ENG031FÍSICI - 2013/1] - [FÍSICA I]

Unidade	Título	Assunto	Nº Aulas
1	1. Introdução, Cinemática e Vetores Aplicado na Física.	A importância da física com ciência, Medição, Medidas de Grandezas. Sistema internacional de unidades, mudanças de unidades. Comprimentos, tempo e massa. Exercícios e praticas da física. Movimento retilíneo, posição e deslocamento. Velocidade instantânea, velocidade escala. Aceleração, aceleração constante: Caso especial, aceleração de queda livre. Analise de movimentos por gráficos. Laboratório de física. Álgebras vetoriais e escalares. Aplicando álgebra vetorial na física Exercício com vetores aplicados na física. Laboratório de física. Exercícios e revisão.	40
2	2. Cinematica, movimento em varias dimensões e forças I	Posição e deslocamento A importância do referencial; inercial e dinâmico. Velocidade media e aceleração instantânea. Movimento de projetes. Análise do movimento de projetes. Movimento circular uniforme Movimento relativo em uma dimensão. Movimento relativo em duas dimensões. Movimento relativo em duas ou três dimensões. Força e movimento I Mecânica newtoniana. Primeira lei de Newton Força e massa. Segunda lei de Newton. As quatro forças conhecidas e as forças especiais. Terceira lei de Newton. Aplicando as leis de Newton. Aplicando as leis de Newton na física e na engenharia.	30
3	3. Força II, Energia, Centro de Massa e Forças Especiais.	Laboratório de física. Força e movimento II. Força e movimento com atrito. Propriedades de atrito. Conceitos de energia. Energia cinética. Trabalho. Trabalho e energia cinética. Trabalho realizado pela força gravitacional. Trabalho realizado por força elástico. Potencia. Medidas de potencia. Trabalho e energia potencial. Cálculos dos valores da energia potencial e conservação de energia. Trabalho realizado por uma força externa. Laboratório de física. Centro de massa Movimento linear. Colisão e impulso Conservação do movimento Colisões Rotação Força de rolamento Torque Movimento angular Laboratório de física Exercícios de revisão.	50

UNIVERSIDADE NILTON LINS
Av. Professor Nilton Lins, 3259 Parque das Laranjeiras
CNPJ: 04.803.904/0001-06 CEP: 69.058-030
Tel: (92) 36432000 Fax: (92) 36432000
Home Page: http://www.niltonlins.br E-Mail: uniniltonlins@niltonlins.br

Plano de Ensino [ENG031FÍSICI - 2013/1] - [FÍSICA I]

Metodologia

1. Teoria expostiva.
2. Exercicios na Sala de Aula.
3. Seminários.
4. Prática no Laboratóriio.
5. Videos de Fisica.

Avaliação

Serao feitas avaliações parciais em sala de aula, bem como três (03) avaliações institucionais.

Bibliografia Básica

WALKER, Halliday Resnick. Fundamentos da Fisica I: Mecânica. 7ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

Bibliografia Complementar

WALKER, Halliday Resnick. Fundamentos da Fisicac I: Mecânica. 8d. São Paulo: LTC, 2006.
TIPLER, P.A. Fisica, Vol 1. 4ª Ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.
SERWAY, Raymomd A. Jewett, Jr, John W. Princípios de Fisica Vol 1. São Paulo: Thomson, 2004.

Fontes Internet

http://www.feiradeciencias.com.br/sala20/index20.asp.

Documentação Oficial

Referências do Portal Capes

ANEXO C: PLANO DE ENSINO UNIVERSIDADE 2

RECEBIDO NA CCEE EM 22/01/2014

Poder Executivo
Ministério da Educação
Universidade Federal do Amazonas
Departamento de Física

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
Faculdade de Tecnologia
UFAM Coordenador do Curso de Engenharia Civil

PLANO DE ENSINO

1. **IDENTIFICAÇÃO**

Disciplina:	Física I	**Código:**	IEF 009
Pré-Requisito:	-------	**Nº de Créditos:**	05

Carga Horária:

Teóricas:	75	**Práticas:**	-------
Semestre:	2º	**Ano:** 2013	**Turma(s):** 10
Professor(a):	Claudio Michel Poffo		
Departamento:	Física		

Curso(s) para o(s) qual(is) está sendo oferecida

Engenharia Civil.

2. **EMENTA**

Medição. Vetores. Movimento em uma dimensão. Movimento em um plano. Dinâmica da partícula I. Dinâmica da partícula II. Trabalho e energia. Conservação da Energia. Conservação do momento linear. Colisões. Cinemática da Rotação. Dinâmica da rotação I. Dinâmica da rotação II e a conservação domomento angular. Equilíbrio de corpos rígidos. Gravitação

3. **OBJETIVOS GERAIS**

Reconhecer a Física como ciência natural, presente no dia-a-dia, sua importância no desenvolvimento econômico e tecnológico, bem como sua inserção na vida social do país.

4. **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Entender os conceitos e leis da física e ser capaz de relacioná-los com fenômenos do cotidiano e de aplicar na solução de problemas.

5. **CRONOGRAMA**

5.1 Horário

HORÁRIO	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA
14/16	Atendimento	-------	Atendimento	-------	-------
16/18	-------	-------	-------	-------	Atendimento
18/20	Aula	-------	Aula	-------	Aula*

* Horário de aula na sexta feira 18-19

5.2 Distribuição do conteúdo programático pelo total de horas-aula disponível no período:

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO	
a) Teórico	**Tempo Previsto**
1. Medição I	1
2. Vetores	1
3. Movimento em uma dimensão	9
4. Movimento em um plano	9
5. Dinâmica da partícula I e II	5
6. Trabalho e Energia	5
7. Gravitação universal	5
8. Conservação da Energia	5
9. Conservação do Momento linear	5
10. Colisões	5
11. Cinemática da Rotação	5
12. Dinâmica da Rotação I	5
13. Dinâmica da Rotação II e a Conservação do Momento Angular	5
14. Equilíbrio de Corpos Rígidos	5
15. Gravitação	5

6. PROCEDIMENTO

Aulas expositivas teóricas.

7. EQUIPAMENTO DIDÁTICO AUXILIAR

Projetor e notebook.

8. METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO

A Média dos Exercícios Escolares (MEE) será feita da seguinte forma:

$$MEE = \frac{P_1 + P_2 + P3}{3},$$

onde, MEE = Média dos Exercícios Escolares, P_1 e P_2 Provas Parciais

A Média Final será dada pela média ponderada da Média dos Exercícios Escolares (MEE), com peso 2, e da Prova Final (PF), com peso 1, segundo a expressão abaixo:

$$MF = \frac{2MEE + PF}{3}.$$

9. BIBLIOGRAFIA

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de Física - Vol.1, 6a ed. Livros Técnicos e Científicos Editora, 2002.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentos de Física - Vol.1, 6a ed. Livros Técnicos e Científicos Editora, 2002.

HEWITT, P.G. Física conceitual, 9a ed. Editora Bookman, 2002.

MCKELVEY, J.P.; GROTCH, H. Física 1. Happer e Row do Brasil Ltda., 1979,

NUSSENZVEIG, H.M. Curso de física básica, Vol.1 Mecânica, 4a ed. Editora Edgard Blücher Ltda, 2004.

TREFIL, J.; HAZEN, R.M. Física viva: uma introdução à física conceitual. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2006.

Manaus, 06 de novembro de 2013.

claudio M. Poffo

Claudio Michel Poffo

Aprovado em Reunião Departamental de

____/____/____

Homologado em Reunião do Colegiado de

28/03/2014

Chefe

Coordenador

ANEXO D: PLANO DE ENSINO – UNIVERSIDADE 3

UEA
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS

Plano de Ensino

CURSO: Engenharia (Ciclo Básico)	
PROFESSOR :	TURMA:
PERÍODO LETIVO:	CÓDIGO DA DISCIPLINA:

DISCIPLINA	DADOS SOBRE A DISCIPLINA	PRÉ – REQUISITO
FÍSICA 1		---

CRÉDITOS		TOTAL DE CRÉDITOS	CARGA HORÁRIA
TEÓRICOS	PRÁTICOS		
04	00	04	60

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.

AVALIAÇÃO

O aluno será avaliado, no período, por duas defesas de listas de exercícios e duas provas e, sendo necessário, poderá ainda participar de uma prova final. A média parcial dos testes e provas parciais MP será calculada pela média aritmética simples

MP = (AP1+AP2)/2

com **AP1=(DL1+P1)/2** e **AP2=(DL2+P2)/2**, onde **DL1, DL2** são as notas das defesas das listas de exercícios e **P1** e **P2** são as notas das avaliações parciais respectivamente. Será considerado aprovado por média na disciplina o aluno que atingir uma **MP** igual ou superior a **8,0 (oito).** Não será permitido ao aluno submeter-se à prova final se obtiver **MP** inferior a **4.0 (quatro)**. Caso a **MP** esteja no intervalo **4 < MP < 8** o aluno deverá submeter-se a uma prova final de modo que a nota final na disciplina será dada pela média ponderada:

MF = (2 x MP + PF) / 3

onde **PF** é a nota da prova final. Será considerado aprovado o aluno que obtiver uma **MF** igual ou superior a **6,0 (seis).** Caso a nota final da disciplina **(MF)** seja menor que a média das provas parciais **MP,** esta última deverá permanecer no histórico do aluno.

DATAS PREVISTAS PARA AS AVALIAÇÕES PARCIAIS

Avaliação	DF1	AP1	DF2	P2
Datas				

METODOLOGIA

Aulas expositivas aliadas a resolução de problemas em sala de aula, bem como atividades extra classe com o fornecimento de listas de exercícios.Serão distribuídas 4 listas de exercícios com cerca de 30 questões cada, as quais deverão ser resolvidas pelos estudantes e o professor disporá de 4 horas semanais para orientação extra classe dos alunos.

Plano de Ensino

BIBLIOGRAFIA

RESNICK, Robert, HALLIDAY, David & WALKER, Jearl. ***FUNDAMENTOS DE FÍSICA: Mecânica***, Volume 1, 6ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

NUSSENZVEIG, H.M. - **CURSO DE FÍSICA BÁSICA**, VOL 1, ED. EDGARD BLÜCHER LTDA.

SERWAY, Raymond A., & JEWETT Jr, John W. ***PRINCÍPIOS DE FÍSICA: Mecânica Clássica***, Volume 1, 3ª Edição. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

TIPLER, Paul A. & MOSCA, Gene. ***FÍSICA: Mecânica, Oscilações e Ondas, Termodinâmica***, Volume 1, 5ª Edição. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

SEARS & ZEMANSKY; YOUNG, Hugh D. & FREEDMAN, Roger A. ***FÍSICA I: Mecânica***, 12ª Edição. São Paulo: Addison Wesley, 2008.

CRONOGRAMA

AULA nº	DATA	Horas Aulas	CONTEÚDO PROGRAMÁTICO	Estudo	Exercício	Projeto/ Trabalho	Total Aula
1		02	Apresentação do Programa; Calendário de Atividades; Discussão dos Critérios de Avaliação. **Sistemas de Medidas e Vetores** Padrões e Unidades; Conversão de Unidades; Algarismos Significativos; Notação Científica.	02	---	---	02
2		02	Vetores e Soma Vetorial; Componentes de Vetores; Vetores Unitários; Produtos de Vetores. ***Publicação de Primeira Lista de Exercícios.***	02	---	---	02
3		02	Exercícios, Problemas e Aplicações.	---	02	---	02
4		02	**Movimento Retilíneo** Posição e Deslocamento; Velocidade Média e Velocidade Instantânea; Aceleração Média e Aceleração Instantânea; Movimento com Aceleração Constante; Queda Livre de Corpos. Exercícios, Problemas e Aplicações.	02	---	---	02
5		02	Defesa da Primeira Lista de Exercícios	---	---	02	02
6		02	**Movimento em Duas ou Três Dimensões** Posição e Deslocamento; Velocidade Média e Velocidade Instantânea; Aceleração Média e Aceleração Instantânea; ***Publicação da Segunda Lista de Exercícios.***	02	---	---	02
7		02	Exercícios, Problemas e Aplicações.	---	02	---	02
8		02	Movimento de um Projétil; Movimento Circular Uniforme; Movimento Relativo.	---	02	---	02
9		02	**Leis de Newton do Movimento** Força e Interações; Primeira Lei de Newton; Segunda Lei de Newton; Massa e Peso; Terceira Lei de Newton; Aplicações das Leis de Newton.	02	---	---	02

Plano de Ensino

			CRONOGRAMA				
AULA nº	DATA	Horas Aulas	CONTEÚDO PROGRAMÁTICO	Estudo	Exercício	Projeto/ Trabalho	Total Aula
10		02	Exercícios, Problemas e Aplicações.	---	02	---	02
11		02	**Forças de Atrito** Atrito; Propriedades do Atrito; Força de Arrasto e Velocidade Terminal; Movimento Circular Uniforme. Exercícios, Problemas e Aplicações.	02	---	---	02
12		02	**1ª Avaliação Parcial**	---	---	02	02
13		02	**Sistemas de Partículas** Centro de Massa; Segunda Lei de Newton para um Sistema de Partículas; Momento Linear; Conservação do Momento Linear.	02	---	---	02
14		02	Exercícios, Problemas e Aplicações. ***Publicação de Terceira Lista de Exercícios.***	---	02	---	02
15		02	**Energia Cinética e Trabalho** Energia Cinética; Trabalho; Teorema do Trabalho-Energia Cinética; Trabalho e Energia com Forças Variáveis; Potência.	02	---	---	02
16		02	Exercícios, Problemas e Aplicações.	---	02	---	02
17		02	**Energia Potencial e Conservação da Energia** Energia Potencial Gravitacional; Energia Potencial Elástica; Forças Conservativas e Forças Não Conservativas; Lei da Conservação da Energia; Força e Energia Potencial.	---	02	---	02
18		02	Defesa da Lista de Exercícios	02	---	---	02
19		02	Exercícios, Problemas e Aplicações.	---	02	---	02
20		02	**Colisões** Impulso e Momento Linear; Conservação do Momento Linear e Colisões; Colisões Elásticas e Inelásticas em Uma Dimensão; Colisões em Duas Dimensões.	02	---	---	02
21		02	Exercícios, Problemas e Aplicações. ***Publicação da Quarta Lista de Exercícios.***	---	02	---	02
22		02	**Rotação** Translação e Rotação; Variáveis da Rotação: posição, deslocamento, velocidade e aceleração angulares; Rotação com Aceleração Angular Constante; Relações entre a Cinemática Linear e a Cinemática Angular; Energia Cinética no Movimento de Rotação;	---	02	---	02
23		02	Exercícios, Problemas e Aplicações.	02	---	---	02
24		02	Inércia à Rotação: teorema dos eixos paralelos; Torque; Segunda Lei de Newton para a Rotação; Trabalho e Energia Cinética de Rotação.	---	02	---	02
25		02	**Rolamento, Torque e Momento Angular** Rolamento; Energia Cinética de Rolamento; Forças de Rolamento; Torque Revisitado; Momento Angular; Segunda Lei de Newton na Forma Angular; Momento Angular para um Sistema de Partículas; Conservação do Momento Angular.	02	---	---	02

Plano de Ensino

			CRONOGRAMA				
AULA nº	DATA	Horas Aulas	CONTEÚDO PROGRAMÁTICO	Estudo	Exercício	Projeto/ Trabalho	Total Aula
26		02	Exercícios, Problemas e Aplicações.	---	02	---	02
27		02	***2ª Avaliação Parcial***	---	02	---	02
28		02	Exercícios, Problemas e Aplicações.	---	02	---	02
29		02	Entrega de Notas e Orientações Gerais.	02	---	---	02
30		02	Revisão Geral.	---	02	---	02
31		02	***PROVA FINAL.***	---	02	---	02
			Total de Horas	26	36	---	62

PROFESSOR :		COORDENADORA:	
Data:	Assinatura:	Data:	Assinatura: