



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR PAU DOS FERROS
BACHARELADO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

O DESENHO TÉCNICO E AUXILIADO POR COMPUTADOR NO CURSO DE
ENGENHARIA MECÂNICA: apontamentos teórico-práticos para formação do
engenheiro mecânico.

Pau dos Ferros - RN

Novembro/2016

ITALO FERREIRA DE ARAUJO

**O DESENHO TÉCNICO E AUXILIADO POR COMPUTADOR NO CURSO DE
ENGENHARIA MECÂNICA:** apontamentos teórico-práticos para formação do
engenheiro mecânico

Trabalho de conclusão de Curso apresentado à
Banca Examinadora do Curso Ciência e
Tecnologia, da Universidade Federal Rural do
Semi-Árido em cumprimento às exigências legais
como requisito parcial à obtenção do grau de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. MSc Antonio Carlos Leite Barbosa
(UFERSA - Campus Pau dos Ferros)

Pau dos Ferros – RN
Novembro de 2016

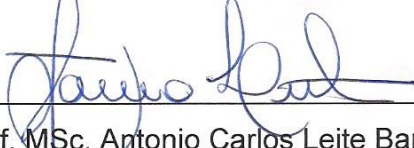
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR PAU DOS FERROS

**O DESENHO TÉCNICO E AUXILIADO POR COMPUTADOR NO CURSO DE
ENGENHARIA MECÂNICA:** apontamentos teórico-práticos para formação do
engenheiro mecânico

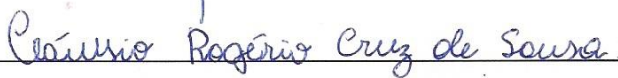
Ítalo Ferreira de Araújo

Trabalho de conclusão de Curso apresentado à
Banca Examinadora do Curso Ciência e
Tecnologia, da Universidade Federal Rural do
Semi-Árido em cumprimento às exigências legais
como requisito parcial à obtenção do grau de
Bacharel em Ciência e Tecnologia.

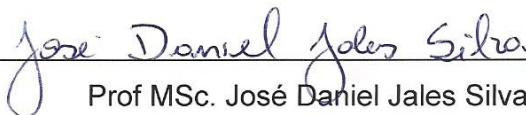
BANCA EXAMINADORA:



Prof. MSc. Antonio Carlos Leite Barbosa
(Orientador – UFERSA - Campus Pau dos Ferros)



Profª. Dr. Clawsio Rogério Cruz de Sousa
(Co-orientador – UFERSA - Campus Pau dos Ferros)



Prof MSc. José Daniel Jales Silva
(UFERSA - Campus Pau dos Ferros)

Pau dos Ferros, 10 de Novembro de 2016.

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

F383 Ferreira, Italo Ferreira de Araujo.
 o / Italo Ferreira de Araujo Ferreira. - 2016.
 46 f. : il.

 Orientador: Antonio Carlos Leite Barbosa Leite.
 Coorientador: Clawsio Rogério Cruz de Sousa
 Cruz.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
 Tecnologia, 2016.

 1. Expressão gráfica. 2. Tecnologia. 3. Visão
 espacial. 4. Ensino. I. Leite, Antonio Carlos
 Leite Barbosa, orient. II. Cruz, Clawsio Rogério
 Cruz de Sousa, co-orient. III. Título.

“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

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por dar essa oportunidade maravilhosa, de realizar este trabalho.

Aos meus pais pelo infinito amor, pela compreensão nos momentos mais difíceis, por seus gestos de carinho e afeto, no qual não mediram esforços, para que chegasse até aqui.

Aos colegas e amigos ufersianos e da vida, pelo companheirismo, conhecimentos e risos compartilhados.

Aos meus amigos de longa data Rebeca Araújo e Wesley Olegário.

Ao meu grande orientador, Antônio Leite pela fundamental ajuda e conselhos, com sua amizade e principalmente conhecimento repassado para a construção deste projeto.

A todos os professores que fizeram parte da minha formação do curso e a UFERSA.

A todas as pessoas, que colaboraram direto ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Enfim, serei grato, a todos vocês!

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	–	Esquemático do Processo de ensino.....	19
Figura 2	–	Campus UFERSA em Caraúbas – RN	28
Figura 3	–	Vista panorâmica da entrada UFERSA Caraúbas – RN.....	29

LISTA DE MAPAS

Mapa 1	–	Localização do Município de Caraúbas – RN.....	27
--------	---	--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estratégias de ensino utilizadas nas disciplinas relacionadas á “Expressão Gráfica”	23
Tabela 2 – Resumo do Questionário - Discente.....	36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIM	Building Information Modeling
BCT	Bacharelado em Ciência e Tecnologia
CAD	Computer - Aided Design
CAE	Computer - Aided Engineering
CAM	Computer - Aided Manufacturing
CES	Câmara de Educação Superior
CG	Computação Gráfica
CNE	Conselho Nacional de Educação
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
C&T	Ciência e Tecnologia
IBM	International Business Machines
MEC	Ministério da Educação
MIT	Massachusetts Institute of Technology
PPC	Projeto Pedagógico de Curso
REUNI	Reestruturação e Expansão das Universidades Federais
SESu	Secretaria de Educação Superior
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi – Árido
UNP	Universidade Potiguar

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1 O método de ensino na engenharia. Breves considerações.	18
2.2 Histórico do ensino do desenho técnico no Brasil.....	20
2.3 O desenho nas faculdades de engenharia mecânica	22
2.4 Computação gráfica e o CAD/CAM.....	24
3. O CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA NA UFERSA.....	27
4. METODOLOGIA	34
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
5.1 Importância do desenho técnico na formação do engenheiro	36
5.2 A disciplina como suporte necessário na formação do engenheiro	37
5.3 Relação desenho técnico na engenharia e comunicação com outros profissionais	38
5.4 Os sistemas CAD na atuação profissional do engenheiro mecânico	38
5.5 Perspectivas de Expressão Gráfica e PAC na UFERSA	40
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
7. REFERÊNCIAS.....	43
ANEXO	46

RESUMO

Na perspectiva de projeto gráfico no curso de engenharia mecânica, o envolvimento e concepção gráfica do profissional exige cada vez mais a eminente participação do engenheiro na fase de planejamento e concepção projetual, resultado da prática pedagógica e curricular na faculdade de engenharia mecânica formando profissionais direcionados à inserção de projetistas no mercado de trabalho. Importa mencionar que as disciplinas de concepção e projeto mecânico são importantes na formação dos egressos, uma vez que estes também atuarão no planejamento e execução de estruturas, maquinários e produtos em geral. Desta forma, este trabalho tem como objetivo estudar os elementos teóricos e práticos nas disciplinas de expressão gráfica e sistemas CAD nos cursos de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, e Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Semi-Árido (Campus Caraúbas e Pau dos Ferros) durante o processo de ensino e aprendizagem com vista à prática profissional do engenheiro mecânico. Durante a execução do trabalho, o percurso metodológico elencou em si, elementos da pesquisa bibliográfica como fundamentação teórica e jornada de campo com um universo de amostragem junto ao público da UFERSA na forma de concretização dos objetivos e alcance dos principais resultados. A conclusão, evidenciou a importância das disciplinas de desenho e expressão gráfica, além dos sistemas CAD no ensino e formação dos futuros egressos dos cursos de engenharia, notadamente no curso de engenharia mecânica.

Palavras-chave: Expressão gráfica; Tecnologia; Visão espacial; Ensino.

ABSTRACT

In the perspective of graphic design in the mechanical engineering course, the involvement and graphic design of the professional increasingly demands the eminent participation of the engineer in the planning and design stage of the project, result of the pedagogical and curricular practice in the mechanical engineering faculty, training professionals directed to the Insertion of designers in the labor market. It should be mentioned that the disciplines of design and mechanical design are important in the training of graduates, since they will also act in the planning and execution of structures, machinery and products in general. This work aims to study the theoretical and practical elements in the graphic expression of disciplines and CAD systems in Bachelor Degree courses in Science and Technology, and Mechanical Engineering of Rural Federa University of Semi-Arid (Campus Caraúbas and Pau dos Ferros) during the process teaching and learning for the professional practice of mechanical engineer. During the execution of the work, the methodological approach has listed itself, elements of literature as theoretical basis and field day with a sampling universe to the public of UFERSA in the embodiment of the objectives and scope of the main results. The conclusion, highlighted the importance of design disciplines and graphic expression, in addition to CAD systems in education and training of future graduates of engineering courses, especially in the mechanical engineering course.

Keywords: Graphic expression; Technology; visuospatial; Teaching.

1. INTRODUÇÃO

A engenharia mecânica está ligada a qualquer instrumento ou aparelho que se movimente. O engenheiro mecânico pode ser considerado o mais versátil de todos os engenheiros, pois as suas capacidades estão voltadas a concepção, análise, fabricação, controle, organização, gestão e manutenção dos mais diversos equipamentos industriais. No Brasil a engenharia teve seu nascimento com a Academia Real Militar, em 1810 por determinação de D. João VI. Apenas com formação de engenheiro politécnico, somente no século XX começaram a introduzir especializações, como engenharia civil, mecânica, elétrica, dentre tantas outras.

No Nordeste a primeira escola de engenharia foi instituída no estado de Pernambuco por volta de 1895, sendo a quarta do país, para servir a todo o Nordeste. No Rio Grande do Norte no ano de 1959 em Natal foi criada a Escola de Engenharia do Rio Grande do Norte, ofertado pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Outras faculdades como a UNP, Estácio de Sá e Maurício de Nassau também oferecem o curso de mecânica ao público estudante. Na UFERSA o curso de Engenharia Mecânica tem como momento de ingresso, o segundo ciclo do Bacharelado em Ciência e Tecnologia onde ao fim do primeiro ciclo o egresso deve optar por especializar-se em uma área específica (civil, mecânica, química, energia, petróleo, produção).

Com um amplo conhecimento e mercado que existe o engenheiro mecânico pode se destacar em quatro áreas técnico-científicas: Térmica, aplicações nas máquinas térmicas (motores, turbinas e condicionamento de ar); Fluidos, aplicações nas máquinas hidráulicas e pneumáticas; Fabricação, envolvendo máquinas e processos para fabricação de peças; Projeto, envolvendo a concepção, materiais e cálculos necessários ao desenvolvimento do produto. Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia, aprovadas pelo Parecer CNE/CES 1.362/2001 de 12/12/2001, os egressos deverão ser capazes entre outras atribuições: conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos e comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica. No campo de atuação do engenheiro mecânico podemos destacar a área de petróleo e gás, indústria naval, energias renováveis, como uma boa alternativa para um engenheiro mecânico.

Na perspectiva de projeto, envolvimento e concepção gráfica do profissional da mecânica, observa-se um distanciamento cada vez mais eminente da fase de planejamento e concepção projetual dos engenheiros, resultado da prática pedagógica e curricular dos cursos de engenharia mecânica que formam profissionais direcionados as áreas térmicas, fluidos, aplicações no maquinário e pneumáticas, evidenciando uma fragilidade no processo de inserção de projetistas no mercado de trabalho. Importa mencionar que as disciplinas de concepção e projeto mecânico são importantes na formação dos egressos, uma vez que este também atuará no planejamento e execução de estruturas, maquinários e produtos em geral.

O trabalho tem como foco principal apontar elementos teóricos e práticos decorrentes das atribuições do engenheiro mecânico frente aos sistemas de representação e desenvolvimento de projetos mecânicos tendo como base experimental as disciplinas de expressão gráfica e sistemas CAD nos cursos de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, Campus Pau dos Ferros e Curso de Engenharia Mecânica no Campus Caraúbas, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, explicitando os principais problemas de ensino e assimilação dos componentes curriculares na formação (estrutura física de laboratórios de simulação virtual, condução das disciplinas, corpo docente, entre outras). Desta forma, apresta-se a questão da pesquisa: Como as disciplinas de expressão gráfica e projeto (sistemas CAD/CAM/BIM) influenciam na formação dos egressos de modo a se tornarem projetistas mecânicos?

Com efeito, os objetivos do trabalho configuram-se em: Geral - estudar os elementos teóricos e práticos nas disciplinas de expressão gráfica e sistemas CAD nos cursos de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, e Engenharia Mecânica da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Campus Caraúbas e Pau dos Ferros) durante o processo de ensino e aprendizagem com vista à prática profissional do engenheiro mecânico. Os específicos por sua vez: Identificar possíveis fragilidades no tocante ao ensino e prática de projeto e sua implicância no início (primeiro ciclo do BCT e egresso de engenharia mecânica) de modo substancial ao desenvolvimento e soluções conceptivas; Compreender de que forma as disciplinas de expressão gráfica e projeto auxiliado por computador na UFRSA constituem-se determinantes considerando a interdisciplinaridade aplicada às engenharias,

correlacionando seus reflexos na formação e prática profissional do engenheiro mecânico.

A proposta parte inicialmente destas inquietações no sentido de compreensão das características recém-formadas nos futuros engenheiros mecânicos da Universidade, trazendo à tona as questões de aprendizagem, prática profissional e projeto.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com o Art. 3º da Resolução CNE/CEs nº 11/2002, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de Graduação em Engenharia, determina que:

“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, culturais, com visão ética humanística, em atendimento as demandas da sociedade.”

Segundo Silva (2002) o engenheiro mecânico deve ter condições de adquirir um perfil profissional compreendendo: Sólida formação básica, envolvendo os aspectos da metodologia e dos fundamentos científicos. Implica ainda na formação multidisciplinar que propicie: Conhecimentos básicos de gerenciamento de processo produtivo e da ética no exercício da profissão; Capacidade de compreensão e expressão oral e escrita; Capacidade de utilização da informática como ferramenta no exercício da Engenharia Mecânica; Senso econômico-financeiro.

No sentido mais amplo do conhecimento na formação do engenheiro mecânico o uso de tecnologias computacionais gráficas se apresenta como uma alternativa cada vez mais fundamental na concepção dos projetos de máquinas, o que necessariamente implicaria no entendimento dos pressupostos teóricos e práticos nas disciplinas de expressão, desenho mecânico e correlatas. Com efeito, os fundamentos do desenho técnico são universais. Ou seja, independem da cultura e das legislações dos países, de forma a facilitar a globalização do conhecimento. Por isso, o conhecimento das normalizações que rege a disciplina de desenho técnico complementar a formação do engenheiro.

O desenho técnico, expressão gráfica e sistemas CAD fundamentado na geometria, na codificação e na tecnologia tem papel de destaque tanto na concepção como na fabricação e montagem de peças de formas complexas, nos desenhos de definição e nos desenhos de conjunto”. Quando o sistema de vistas ortográficas não é suficiente para atender as exigências de projeto, lança-se mão dos recursos, como mudança de planos de projeção, rotação, rebatimento e estudo de seções. O projetista pode escolher a opção que melhor lhe convier.

Assim, torna-se importante que os fundamentos do conhecimento técnico e teóricos absorvidos antes do ensino das técnicas do desenho a mão e no computador. Por isso, as disciplinas de Expressão Gráfica, Projeto Auxiliado pro Computador, Desenho de Máquinas, Desenho Mecânico subsidiado pela normatização das técnicas e procedimentos para a formação do engenheiro mecânico.

2.1 O método de ensino na engenharia. Breves considerações.

Nesta seção descreve-se uma proposta de metodologia de ensino de engenharia centrada em desafios reais encontrados na sociedade. O ensino de engenharia no Brasil molda-se num modelo europeu antigo, muitas vezes defasado em relação ao atual contexto de globalização. À medida que a ciência e a tecnologia evoluem, torna-se cada vez menor o tempo de obsolescência da formação de um engenheiro nestes moldes. Diante desta problemática, surge a busca por uma formação continuada e a necessidade de repensar o projeto político pedagógico dos cursos.

Uma das principais dificuldades de um engenheiro recém-formado encontra-se no momento em que lhe é proposto um problema mais complexo, que envolva tanto aspectos técnicos de diversas áreas como aspectos humanos. Falta em sua formação a habilidade de unir os diversos conhecimentos em sinergia, de uma metodologia que organize as informações e induza o raciocínio lógico na geração de um projeto inovador.

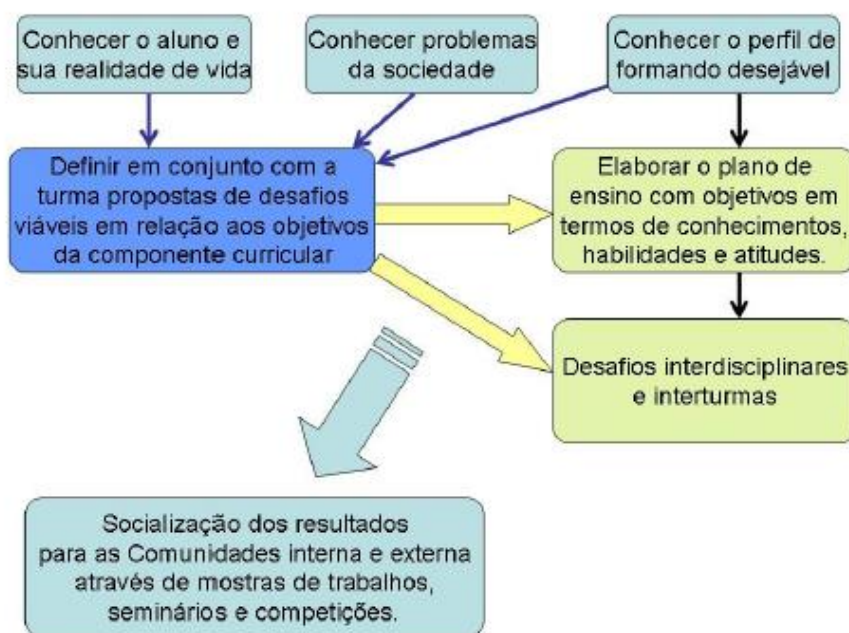
A metodologia proposta compõe-se de uma fase preliminar de reconhecimento das características da realidade de vida do aluno (“conhecer o aluno que temos”), de reconhecimento do meio social em que vivemos (“conhecer os problemas da sociedade”) e de reconhecimento do perfil de profissional de engenharia desejado no projeto político pedagógico do curso (“conhecer o perfil do formando desejável”). A partir do reconhecimento destes três elementos, a saber, aluno, sociedade e proposta de curso, pode-se facilmente definir em conjunto uma série de “desafios de engenharia” viáveis em relação a cada componente curricular.

Os desafios são inseridos nas estratégias dos planos de ensino e podem envolver várias componentes curriculares de mesmo semestre e também turmas de

semestres anteriores e posteriores. É importante que a definição dos desafios seja compatível com os objetivos de cada componente curricular em termos de conhecimentos, habilidades e atitudes.

O plano de ensino adotado segue as orientações pedagógicas onde são discutidos os objetivos educacionais, as estratégias para aprendizagem, o processo de avaliação e a relação professor-aluno. Durante ou ao final de cada componente curricular, devem ser previstas atividades de socialização e interação com as comunidades internas (estudantes, professores e funcionários) e externas (cidadãos, profissionais, entidades e empresas) através de mostras de trabalhos de engenharia, seminários de iniciação científica e tecnológica, competições e/ou visitas. Esta fase de socialização tem um papel importante na realimentação das informações para os desafios propostos e na concepção de novas metodologias, Figura 1.

Figura 1: Esquemático do Processo de ensino.



Fonte: VALDIERO (2006).

Nos primeiros anos foram realizadas ações pontuais que culminavam em mostras de trabalhos de engenharia abertos para a comunidade e realizadas no final do mês de novembro de cada ano. Com o passar dos anos criaram-se vínculos entre diversas componentes curriculares de diferentes docentes e atualmente são constantes os desafios interdisciplinares voltados para as necessidades regionais

nos setores da indústria, da agricultura, do lazer, da saúde e segurança. A seguir apresentam-se algumas das características da estrutura curricular deste curso, as quais favoreceram a aplicação de uma metodologia de ensino de engenharia orientado a desafios, dando-se ênfase para três componentes curriculares (Introdução à Engenharia Mecânica, Projetos I, Projetos II) articuladoras dos desafios entre as demais e de acordo com os respectivos planos de ensino (BINS et al., 1999).

No primeiro semestre do curso, estrategicamente organizada para o primeiro contato dos alunos com o curso, a componente curricular de “Introdução à Engenharia Mecânica” visa situar o acadêmico no curso, apresentando as diversas áreas de ação e noções de metodologia de projeto. Os objetivos educacionais desta componente, em termos de conhecimentos são apresentar à história da engenharia mecânica, as áreas de atuação, a legislação profissional (CREA/CONFEA) e algumas ferramentas para soluções de problemas (inicialização a metodologia de projeto). Em termos de habilidades, inicializar a capacidade de abordar um problema, propor soluções e apresentá-las através da exposição oral, de croquis e de um projeto.

2.2 Histórico do ensino do desenho técnico no Brasil

Embora as formas de representação já estivessem medianamente estruturadas no início do século XIX, o Brasil deu pouca atenção a isso, pois estava numa economia predominantemente agrícola. Mesmo na Europa, quando se trata do ensino formal é, praticamente, apenas a partir do século XVIII que se começa a dar maior atenção ao ensino do Desenho. Nessa época são instaladas as primeiras escolas técnicas, como exigência do próprio processo de industrialização.

O Brasil esboça uma leve preocupação com o ensino do Desenho após a Reforma efetuada pelo Marquês de Pombal (1759), por influência das modificações que estavam ocorrendo na Europa. No início do período monárquico (a partir de 1808), há um aparente incentivo com a criação de algumas escolas (Desenho e Figura, Bahia – 1812, Desenho Técnico, Bahia – 1817, Desenho e História, Vila Rica – 1817). Contudo o que prevalece é o aspecto artístico como cultivo de dons para os mais bem dotados.

No final do século XIX, Rui Barbosa se apresenta como um grande defensor do ensino do Desenho, espelhado pela posição ocupada pela disciplina tanto na Europa como nos Estados Unidos e divulgadas pelas Exposições Universais. Contudo a situação não se altera, modificando-se somente no início do século XX, com o inevitável processo de industrialização que começa a se instaurar, e ainda sob a influência de recentes teorias da psicologia que colocam o desenho como manifestação natural e necessária no desenvolvimento da criança, é que se busca uma maior valorização da disciplina. Para este autor (*op. cit.*), a entrada do Desenho no currículo, no mesmo nível que as demais disciplinas, só ocorrem a partir da década de 30, pois até então, o próprio sistema de ensino brasileiro era bastante desestruturado.

De acordo com Taunay, o grande impulso oficial dado ao ensino de desenho no Brasil, aparece com a Missão Artística (ou a Missão Cultural Francesa) de 1816, pouco tempo depois da chegada de D. João VI, que não só trouxe artistas plásticos de renome, como um arquiteto, um engenheiro mecânico e mestres de ofícios nesta especialidade. (Ulbricht, 1998). A Real Academia Militar foi criada em 4 de dezembro de 1810 por D. João VI e em 1º de abril de 1812 foi iniciado o seu funcionamento. Nesta instituição a geometria descritiva começou a ser lecionada por José Vitorino dos Santos e Souza, fundamentando-se no método de Gaspard Monge. Até o início da década de 70 do século XX, ela foi largamente lecionada nos cursos científicos e escolas de engenharia e arquitetura.

Com a Lei 5692/71, o espaço destinado a esta ciência foi reduzido, (Ulbricht, 1998) Conforme este autor (*op.cit.*), apesar de o desenho técnico tornar-se importante, a partir de 1860 devido a notável proliferação das máquinas, poucas pesquisas foram desenvolvidas sobre o seu ensino. É difícil estabelecer o início da atividade de engenharia no Brasil, muito mais o advento do ensino tecnológico. A atividade de engenharia começou com as atividades dos oficiais-engenheiros e dos mestres construtores de edificações civis e religiosas.

A referência mais antiga em relação ao ensino de engenharia no Brasil parece ter sido a contratação do holandês Miguel Temermans, em 1648-1650, para aqui ensinar a sua arte e sua ciência, (Bazzo,1998). Para Bazzo e Teixeira (1997a), a primeira escola de engenharia, propriamente dita, a Academia Real Militar, foi criada no Brasil, em 4 de dezembro de 1810 pelo príncipe Regente - futuro Rei D.João VI -, vindo a substituir a Real Academia de Artilharia, Fortificações e

Desenho (esta academia militar é a que parece ser a escola que deu origem ao ensino de Desenho no Brasil), instalada em 17/12/1792.

Com o passar dos anos a Academia Real Militar passou por várias reformas e transformações. Depois da Independência, teve seu nome mudado para Academia Imperial Militar e, mais tarde, para Academia Militar da Corte. Outras transformações ocorreram até que pelo Decreto nº 2.116, de 1º de março de 1858, através de nova organização das escolas militares, a Escola Militar da Corte passou a denominar-se Escola Central, sendo então destinada ao ensino da Matemática e Ciências Físicas e Naturais e, também, das doutrinas próprias da Engenharia Civil. Com estas modificações, o ensino militar ficou a cargo da Escola de Aplicação do Exército, agora denominada Escola Militar e de Aplicação do Exército, e da Escola Militar do Rio Grande do Sul. (Bazzo, 1998) Muito embora o ensino de engenharia tenha sido introduzido em terras brasileiras pelos portugueses, a verdade é que a sua fundamentação teórica remonta ao ensino francês. Este entendimento ganha força na medida em que o ensino de engenharia brasileiro tem suas bases firmadas justamente sob as orientações positivistas de Augusto Comte, no século XIX. (Bazzo, 1998) Desde esta época, esta área profissional não se afastou dessa diretriz e inúmeras outras escolas foram criadas com a preocupação central do desenvolvimento nacional imediatista, sem nunca, tornar claro para os cidadãos quais eram as posturas ideológicas no tratamento das questões tecnológicas.

2.3 O desenho nas faculdades de engenharia mecânica

O “Desenho Técnico Mecânico” envolve competências e habilidades desenvolvidas no decorrer das disciplinas do curso de Engenharia Mecânica denominadas pelos mais variados títulos, entre eles, “Expressão Gráfica”, “Desenho Técnico”, “Desenho Mecânico”, “Desenho de Máquinas”, “Desenho Assistido por Computador”, “Projetos Mecânicos”, entre outros. Com os dados apresentados no decorrer desse estudo, pretende-se explicitar como as competências e habilidades a serem adquiridas com as disciplinas de “Expressão Gráfica” são interpretadas em cada instituição pesquisada.

O princípio do ensino por competência é buscar o desenvolvimento de competências específicas para o mercado de trabalho. Segundo BENEDET (2003),

o objetivo seria preparar o profissional para enfrentar os desafios do mercado de trabalho, desenvolvendo o conhecimento do aluno em diversas áreas, com competência específica na área tecnológica. Considerando que o objeto desta investigação é comparar as estratégias de ensino adotadas para capacitar o aluno nas instituições previamente citadas, informações gerais sobre os cursos ofertados em cada uma delas serão apresentadas, provenientes de PELISSON (2005).

Normalmente os cursos de engenharia mecânica apresentam na sua grade curricular as disciplinas da área de projeto e expressão gráfica. Nestas disciplinas, o aluno desenvolve temas de Geometria Descritiva e de Desenho Técnico, tendo a teoria e a prática à mão livre. Existe também a disciplina de “Desenho Assistido por Computador”, com aulas semanais, na qual o aluno tem a oportunidade de entrar em contato com as ferramentas CAD. Neste sentido, o aluno tem a oportunidade de desenvolver por meio dos sistemas “CAD/CAE/CAM”, por meio das interfaces do desenho com o dimensionamento e com a fabricação através de sistemas de computação gráfica. Na disciplina é feita uma revisão do CAD e são introduzidos conceitos sobre Análise de Engenharia Auxiliada por Computador (CAE - Computer Aided Engineering) e Fabricação Auxiliada por Computador (CAM – Computer Aided Manufacturing).

Em relação às estratégias de ensino praticadas nas disciplinas relacionadas à “Expressão Gráfica”, a “Tabela 1” apresenta os recursos utilizados em sala de aula e os softwares adotados, além de mostrar as formas de avaliações praticadas em cada instituição e o meio disponível para que o aluno possa dar continuidade ao tema.

Tabela 1 – Estratégias de ensino utilizadas nas disciplinas relacionadas à “Expressão Gráfica”

	Prancheta	Sala de aula	Laboratório	ND¹	Prancheta
Sala de Aula	Laboratório	Laboratório	CAD		Laboratório
	CAD	CAD			CAD
Software	AutoCAD	Solid Edge	Solid Edge	SolidWorks	Solid Edge
Avaliação	Exercícios	Exercícios	Exercícios	ND ¹	Exercícios
	Trabalhos	Provas	Trabalhos		Provas
Continuidade	Optativa	Curricular	Optativa	Extracurricular	Extracurricular

(¹) Informação não disponível. Elaborado pelo autor.

Apesar da “Tabela 1” não mostrar detalhes sobre os recursos disponíveis nas instituições, foi possível constatar durante o estudo que existe uma defasagem de recursos didáticos nas instituições públicas, quando comparadas com as privadas. Ou seja, há um comprometimento significativo quanto:

- ✓ Aos laboratórios de Computação Gráfica disponíveis para os alunos, tanto no que tange à qualidade quanto à quantidade dos equipamentos ofertados;
- ✓ À disponibilidade de recursos didáticos que facilitam o trabalho e melhoram a qualidade do ensino (Ex. projetores, etc.);
- ✓ À facilidade de acesso aos aplicativos de última geração, com licenças disponíveis para os professores;
- ✓ Ao acesso às bibliografias e normas atualizadas, tanto para o professor quanto para o aluno.

Enfim, é comum constatar nas instituições públicas turmas de CAD com até dois alunos por computador, o que dificulta o aprendizado e desmotiva o aluno. Além disso, os laboratórios e os aplicativos são mais defasados do que os encontrados nas instituições privadas, o que também tende a comprometer a motivação do aluno e do professor. Por outro lado, as instituições públicas compensam essa defasagem com os Recursos Humanos, pois nas duas instituições públicas os professores estão em regime de Dedicação Exclusiva ao ensino, o que permite uma maior disponibilidade para suprir essas deficiências, investindo em capacitação de pessoal e em recursos didáticos alternativos e de baixo custo.

2.4 Computação gráfica e o CAD/CAM

Conforme Voisinet (1988) o uso do computador em profissões de desenho e projeto é o mais significativo desenvolvimento que ocorreu na engenharia. Atingiu o mundo técnico como uma onda de choque, revolucionando a maneira de preparação de desenhos. Este método de produzir desenhos de engenharia é conhecido como desenho auxiliado por computador e é comumente referido como CAD. Se a informação é diretamente enviada ao equipamento de produção ou transporte de materiais, refere-se ao sistema como projeto auxiliado por computador/fabricação auxiliada por computador (CAD/CAM).

De acordo com Cunha et al. (1987) o uso de desenhos para representar informações e transmitir ideias é uma prática muito mais natural para o ser humano,

que sempre esteve cercado de imagens que lhe deram a noção da realidade. Desde a pré-história, o homem procurou reproduzir cenas de seu interesse através de desenhos, os quais se constituíram em preciosas informações para os estudiosos de Antropologia, Arqueologia, História. Cientistas antigos, como Arquimedes, Leonardo da Vinci, Galileu, procuraram sintetizar os dados de seus experimentos, ou então formular suas proposições através de gráficos e desenhos, visando facilitar sua análise e conclusões. Pode-se verificar alguns exemplos no capítulo sobre desenho técnico desta monografia.

Por outro lado, em termos de computação, os gráficos e desenhos ficaram restritos ao campo das pesquisas e aplicações com caráter exploratório, até final da década de 1950. De acordo com este autor (op.cit.) o computador, criado com o objetivo básico e imediato de resolver problemas complexos de cálculo, permaneceu por muito tempo utilizado apenas como uma máquina de calcular sofisticada e cara. Quando, em 1950, se utilizou pela primeira vez um *display* (CRT) controlado pelo computador *Whirlwind* no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), para a geração de imagens gráficas simples, surgia um novo ramo tanto da ciência da Computação, que teria a partir desta data importância sempre crescente no mundo: a Computação Gráfica (CG).

Para este autor (id.) os progressos desse novo ramo da ciência foram lentos durante esta década, pela inadequação dos computadores então existentes para uso interativo e pela falta de dispositivos gráficos. Em 1962, o panorama começa a mudar, quando Ivan E. Sutherland apresenta a sua tese de doutoramento no MIT denominada *Sketchpad: A man-machine graphical* Aprendizagem mediada por computador: Uma proposta para Desenho Técnico Mecânico 79 *communication system*, que lhe valeu o título de “pai da moderna Computação Gráfica”. Em seu trabalho, Sutherland descrevia um sistema gráfico, inclusive com recursos de desenho em três dimensões, e provava a viabilidade do uso do computador para trabalhos de *drafting* e *design* (desenho e projeto) auxiliado por computador. O desenvolvimento mais efetivo ocorreu quando o assunto começou a tornar-se também objeto de interesse da indústria, no princípio da década de 60, quando foi iniciada a implementação de alguns sistemas para apoio a projeto e fabricação, na área automobilística e aeroespacial.

Empresas como a *General Motors*, *Lockheed*, *Boeing*, *Douglas*, *Rolls-Royce*, entre outras. Na maioria destas iniciativas, estava presente um dos grandes

fornecedores de computadores: *IBM, Control Data, DEC*. Com o impulso dado por esses trabalhos, surgiram inúmeros projetos de pesquisa e diferentes fabricantes de hardware para CG. Contudo, o preço desses equipamentos ainda era proibitivo, a não ser para aplicações especiais ou para entidades com grande capacidade de investimento. Além disso, os equipamentos possuíam conjuntos de instruções diferentes uns dos outros.

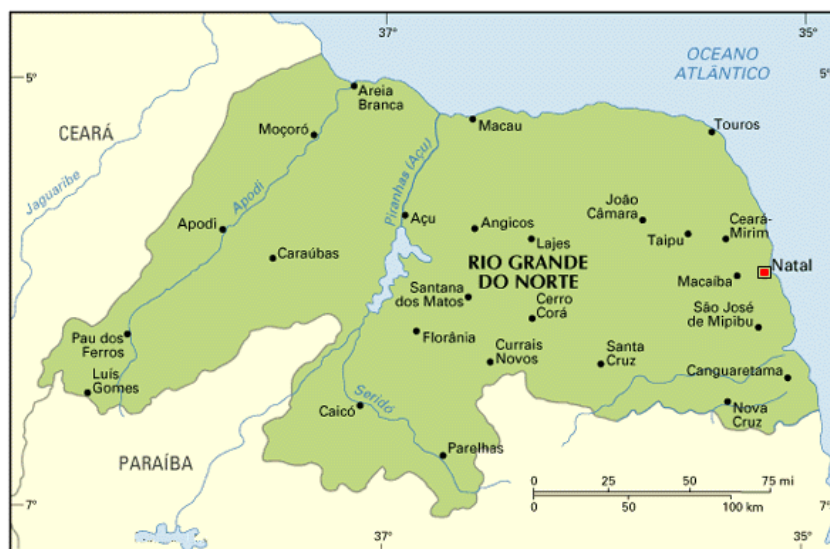
Na década de 70, surgiram no mercado os sistemas integrados, denominados pelos próprios fornecedores *turn-key*, que, em geral, se destinavam a auxiliar projetos de engenharia e, como o próprio nome diz, deveriam funcionar tão logo fossem ligados, o que nem sempre ocorria. O que se pode observar na década de 80 foi a proliferação cada vez maior de fornecedores e usuários de CG, não só no que se refere à sua aplicação em sistemas para apoio a projeto, mas também em diversas áreas, como medicina, administração, arte e também em videogames.

Segundo Zeid (1991), a área de CAD/CAM tem percorrido um longo caminho nas últimas quatro décadas e seu futuro descortina muitos desafios. No momento atual, verifica-se que os aplicativos na área de projeto são apoiados por um hardware melhor e mais rápido e os softwares de comunicação e de redes, estão cada vez mais eficientes. Observa-se, também, conforme Ault (1996) que os sistemas CAD comerciais evoluíram das ferramentas de modelagem em *wireframe* 2D e 3D, para sistemas mais poderosos, como os de modelamento geométrico baseado em *features*. Tais sistemas estão atualmente disponíveis a preços razoáveis, permitindo uma utilização rotineira por parte dos engenheiros e projetistas, em plataformas baseadas nos PCs.

3. O CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA NA UFRSA

Trataremos aqui apenas das breves considerações existentes no Projeto Pedagógico do Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica do Campus Caraúbas na UFRSA. Vale ressaltar que na sede, Mossoró, existe já bem consolidado o referido curso, sendo um mais antigo na universidade. As pontuações descritas, são um pequeno resumo em linhas gerais do (PPC) na tentativa de complementação do entendimento do perfil profissional dos egressos e dos discentes como um todo. Abaixo a localização da cidade de Caraúbas, Rio Grande do Norte.

Mapa 1: Localização do Município de Caraúbas - RN



Fonte: <http://www.guianet.com.br/rn/maparn.htm>

O curso de engenharia mecânica da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, tem sua fundamentação no seu Projeto Pedagógico do Curso (PPC) que é proveniente de uma série de discussões que vem ocorrendo entre docentes, discentes e envolvido com o curso de Engenharia Mecânica da UFRSA, *Campus* Caraúbas Figura 2, de acordo com o plano de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais – REUNI. O Campus Central, Mossoró, também dispõe do curso de engenharia mecânica.

Figura 2: Campus da Ufersa em Caraúbas - RN



Fonte: <http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/53/CPL/Imagens%20CPL/Urbana%20A7%20A3o%20Cara%20BAbas.jpg>

Ele foi desenvolvido partindo da realidade na qual o curso está implantado e diante do perfil do discente ingressante, apresentando as componentes curriculares necessárias para a formação do Engenheiro Mecânico, apreciando além de uma sólida formação técnica-científica e profissional, também uma formação generalista, humanista, crítica e reflexiva. Para isso, foram utilizados como princípio norteador os avanços tecnológicos atuais que exigem do profissional, engenheiro mecânico, uma maior interdisciplinaridade na solução dos problemas enfrentados atualmente. Assim, como referência principal, foi seguida a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional promulgada em 1996 (Lei 9.394/96) e a Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002 (Diretrizes Curriculares para o Curso de Engenharia), as quais estabelecem a necessidade de revisar os currículos dos Cursos Superiores, com o intuito de apontar para a formação humanística do engenheiro sem ter prejuízo na formação científica e tecnológica.

Com formação objetivada pelo curso de engenharia mecânica da Ufersa, Figura 3 é baseada no tripé universitário, que envolve o ensino, a pesquisa e a extensão, atualmente o curso é oferecido em dois campi da universidade, Mossoró e Caraúbas. Engenharia é uma área de conhecimento que se distingue pela criação, geração, aperfeiçoamento e emprego de tecnologias com vistas à produção de bens de consumo e de serviços direcionados para suprir as necessidades da sociedade.

Figura 3: Vista panorâmica da entrada UFERSA Caraúbas – RN.



Fonte: http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/207/1_10.jpg

Com o intuito de atender a demanda que está ocorrendo na sociedade contemporânea, os cursos de graduação estão em fase de transição, modificando suas estruturas político-pedagógicas e buscando se adequarem às tendências de evolução global. Nesse sentido, os cursos de graduação procurando se adaptarem as novas exigências foram em busca de um mecanismo regulatório que pudessem auxiliar na melhoria dos recursos ofertados.

A partir de 1996, algumas iniciativas começaram a ser implantadas com a finalidade de normatizar o funcionamento e evolução dos cursos de graduação nas Instituições de Ensino do país. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) estabelecida pela Lei nº 9.394/96 de 20 de dezembro de 1996 no seu Art. 53, inciso II, assegura que as Universidades têm o direito de fixar os currículos dos seus cursos e programas, desde que fossem observadas as diretrizes gerais pertinentes. Em 10 de dezembro de 1997, o Ministério da Educação (MEC), por intermédio da Secretaria de Ensino Superior (SESu), instituiu as Diretrizes Curriculares para Cursos de Graduação. Além de todas estas diretrizes, foram criadas também, outras diretrizes, que dizem respeito aos cursos de graduação em Engenharia, conhecida como Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia regulamentadas pela resolução CNE/CES nº 11/2002 de 11 de março de 2002.

O curso de Engenharia mecânica da UFERSA foi elaborado nestes princípios fornecendo ao egresso a possibilidade de direcioná-lo em busca de recursos adequados para que o mesmo possa desenvolver suas aptidões, habilidades e suas capacidades técnicas e profissionais no sentido de estar habilitado a atuar de uma maneira pontual (atuando na sua formação de engenheiro mecânico propriamente dita) ou de uma maneira multidisciplinar. Essa característica multidisciplinar é obtida através das componentes curriculares eletivas, optativas e das atividades complementares oferecidas durante o seu percurso. Desta forma, a implantação do curso de Engenharia Mecânica no *Campus* da UFERSA – Caraúbas visa atender essa expansão, não só para outras regiões que não a Sudeste, mas também a interiorização das IES públicas proposta pelo *REUNI*, o Programa do Governo Federal de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais Brasileiras, que foi instituído pelo Decreto Presidencial 6.096, de 24 de abril de 2007.

Em uma escala local, o curso visa também atender a população da microrregião do Médio Oeste Potiguar, que polariza mais de 30 municípios, inclusive microrregiões vizinhas, estendendo-se até o alto sertão da Paraíba e do Ceará, na altura do município de Limoeiro do Norte. Na macrorregião composta pelos estados do Rio Grande do Norte, Ceará e Paraíba, os cursos de engenharia mecânica se localizam, em sua quase totalidade, nas suas capitais dificultando o acesso dos discentes, principalmente os que se encontram em condição de vulnerabilidade socioeconômica, bem como promovendo uma carência no quantitativo de formação desses profissionais nas cidades do interior desses estados.

O curso tem como objetivo, segundo consta no PPC, formar engenheiros mecânicos com as seguintes características:

- ✓ Desenvolver competências técnicas e habilidades para o desempenho de diferentes atividades no campo da Engenharia Mecânica;
- ✓ Priorizar a melhoria da qualidade de vida;
- ✓ Estimular a autoanálise, no sentido de provocar a necessidade de uma educação continuada;
- ✓ Capacitar para o uso da informática como instrumental no exercício da profissão;
- ✓ Estimular o desejo permanente de aperfeiçoamento cultural e o desenvolvimento do espírito científico e do pensamento reflexivo;

- ✓ Sensibilizar os discentes para as questões humanísticas, sociais e ambientais.

E na perspectiva da formação, prepara o profissional para atuar nos diferentes setores da indústria: Projetar máquinas, ferramentas, equipamentos industriais e sistemas de aquecimento e refrigeração; monitorar e modernizar os processos de fabricação de produtos; planejar sistemas de controle e automação; gerenciar equipes multidisciplinares; e aplicar a gestão da qualidade são algumas das atribuições deste profissional. Além da área industrial, o engenheiro mecânico poderá atuar nas áreas de Aeronáutica, desenvolvendo projetos aerodinâmicos e de cálculo estrutural; Energia, desenvolvendo novas formas de conversão mecânica da energia; Acústica, desenvolvendo projetos para controle de ruídos; Automobilística, desenvolvendo projetos para fabricação e manutenção de veículos; e Biotecnologia, desenvolvendo sistemas e dispositivos que auxiliem no tratamento das doenças.

Três ótimas áreas atualmente são: energia e meio ambiente, biociências e materiais. Na primeira, o profissional pode desenvolver sistemas de armazenamento e distribuição de energia, com o uso de sistemas nucleares, geotérmicos, solares, eólicos, energia oceânica, além de combustíveis fósseis.

Em biociências, assessora hospitais, clínicas e laboratórios no desenvolvimento de projetos de biomecânica, ergonomia, reabilitação e mecânica nos esportes. Na área de materiais, há grande demanda para execução de projetos de biomateriais, materiais metálicos, conjugados, poliméricos, cerâmicos, mecanismos de fratura e corrosão, com aplicação, principalmente, nos setores industriais, produtivos de metalomecânica, químico, naval, automotivo, eletrônico, construção civil e instrumentação.

As características do curso pontuam os seguintes elementos, tendo na UFERSA/Campus Caraúbas, a modalidade de bacharelado. Seu funcionamento iniciou-se em outubro de 2013 em caráter totalmente presencial no turno apenas noturno. Este curso possui duração de 10 (dez) semestres (5 anos) para os discentes advindos do C&T diurno, e 11 (onze) semestres (5 anos e meio) para aqueles advindos do C&T noturno, sob o regime de sistema de créditos, com carga horária total de 3630 horas.

O discente deve cumprir dois ciclos de formação, após o término do primeiro ciclo será diplomado Bacharel em Ciência e Tecnologia, sendo a duração desse

ciclo de 6 (seis) e 7 (sete) semestres, para discentes dos turnos diurno e noturno, respectivamente. Finalizado o primeiro ciclo, o discente estará apto a ingressar na Engenharia Mecânica, que tem um ciclo de formação de 4(quatro) semestres. Após o segundo ciclo o discente é diplomado Engenheiro Mecânico.

Sobre o perfil do profissional desejável, o curso apresenta de acordo com o Art. 3º da Resolução CNE/CES nº 11/2002, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais dos cursos de Graduação em Engenharia, determina que:

“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, culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.” (PPC, Eng. Mecânica. 2014, p. 33).

Ainda como componentes do perfil ideal do engenheiro mecânico, o curso deverá dar condições a seus egressos para adquirir um perfil profissional compreendendo: Sólida formação básica, envolvendo os aspectos da metodologia e dos fundamentos científicos; Formação profissional específica mediante o aprofundamento ou desdobramento de matérias pertinentes às principais áreas da Engenharia Mecânica (materiais e processos de fabricação, térmica e fluidos, e, projetos mecânicos), aliada à capacidade para enfrentar e solucionar problemas da área e à busca contínua de atualização e de aperfeiçoamento; Formação multidisciplinar que propicie:

- ✓ Conhecimentos básicos de gerenciamento de processo produtivo e da ética no exercício da profissão;
- ✓ Capacidade de utilização da informática como ferramenta no exercício da Engenharia Mecânica;
- ✓ Capacidade de compreensão e expressão oral e escrita;
- ✓ Sensibilidade para as questões humanísticas (ética, solidariedade e cidadania), sociais (melhoria do bem estar do homem) e ambientais (danos causados ao meio ambiente durante a execução do projeto e pela sua utilização);
- Capacidade para o trabalho em equipes multidisciplinares (desenvolvimento de projetos que permitam a interação entre os discentes dos cursos de engenharia ofertados no *Campus* de Caraúbas);

- Senso econômico-financeiro.

Aliado tudo isso, a formação sólida dos egressos, os futuros profissionais da engenharia mecânica, deverão ter acima de tudo a capacidade de resolver problemas das mais diversas áreas, e a parte de projeto e expressão gráfica, apresenta-se como uma das inúmeras possibilidades de atuação no mercado de trabalho, o que reforça ainda mais a disseminação e fomento de atividades didático-pedagógicas na formação dos egressos.

4. METODOLOGIA

Para subsidiar o trabalho, o percurso metodológico terá como base conceitual o método dedutivo (GUERRA e GUERRA, 1997) no que se refere à consolidação do referencial teórico, revisão bibliográfica, representação, interpretação, análise dos dados, informações e elaboração do texto. O método indutivo será adotado no desenvolvimento das atividades de campo, de modo subjacente à pesquisa qualitativa com abordagem dialética e crítica. Ao abordar a pesquisa qualitativa, (NEVES, 1996. p. 1) a considera:

“Um conjunto de diferentes técnicas interpretativas que visam a descrever e a decodificar os componentes de um sistema complexo de significados. Tendo por objetivo traduzir e expressar o sentido dos fenômenos do mundo social”.

Com a pesquisa qualitativa buscar-se-á a compreensão do processo de ensino e aprendizagem nas áreas de expressão gráfica e sistemas CAD, mediante a utilização de instrumentos de coleta de dados em detrimento de regras ou visões holísticas, já que segue num viés de analogias, interpretações e descrições. Desta forma a consolidação dos objetivos propostos e o alcance dos principais resultados terão como fios condutores a pesquisa documental, bibliográfica e jornada de campo conforme os seguintes procedimentos:

- Revisão bibliográfica e levantamento de dados em fontes primárias e secundárias contemplando: Diretrizes Nacionais Curriculares do curso de engenharia mecânica, engenharias no contexto geral, projetos pedagógicos dos cursos da pesquisa em tela, bem como a seleção de autores que possam subsidiar o estudo, com o propósito de contemplar um embasamento teórico mais consistente e corroborar significativamente com as conclusões inferidas na finalização deste trabalho;

- Levantamento e aquisição de materiais importantes para a pesquisa, dentre os quais: dados de projetos de extensão, mini baja, baja sae, oficinas de mecânicas, sistemas de produção e concepção de protótipos de máquinas vivenciados no âmbito da UFERSA e em outras fontes de pesquisa.

- Pesquisa de campo constando de: a) com o intuito de coletar dados referentes ao curso de engenharia mecânica, adotar-se-á para esta etapa da

pesquisa o registro fotográfico das atividades em execução sobre projeto de máquinas na UFERSA, cujas imagens tornam a representação mais precisa e fundamental na identificação e compreensão das informações apreendidas na revisão bibliográfica;

b) aplicação de questionários com perguntas abertas e fechadas junto à população e informantes-chaves (professores, técnicos, alunos e/ou parceiros) com intuito de obter informações relevantes para a pesquisa.

Para esta etapa foram aplicados questionários aos discentes do curso de engenharia mecânica da UFERSA Caraúbas e docentes que ministram desenho. Os questionários foram aplicados no Campus de Caraúbas, 50 questionários em turmas aleatórias (BCT e Engenharia Mecânica) somente para alunos e 20 questionários no Campus Pau dos Ferros, de forma aleatória também (BCT) para discentes e um docente de expressão gráfica. Para o corpo docente, foi entrevistado 1 docente do Campus Pau dos Ferros. Na entrevista com o docente, foi utilizada entrevista informal, gravada no intuito de levantamento de fontes primárias para os resultados.

- Tabulação dos dados, obtidos na jornada de campo, que subsidiassem as considerações e argumentos conclusivos do trabalho, à luz da referência bibliográfica, bem como dar encaminhamentos a futuras investigações no campo do projeto de máquinas e correlatas;

- Redação preliminar, revisão e entrega do trabalho final.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os principais resultados e discussões nesta seção, evidencia um mix do entendimento e percepção dos discentes, e como não haveria de ser, sobre as disciplinas de desenho e sistemas cad na formação dos egressos durante o curso de engenharia mecânica. Para tanto, dividimos os resultados em dois momentos considerados de suma importância na concretude deste trabalho.

5.1 Importância do desenho técnico na formação do engenheiro

Considerando a importância do desenho técnico junto ao corpo discente, observou-se que as componentes curriculares de expressão gráfica apresentaram uma relevância significativa na formação dos egressos. Entretanto um dado chama atenção, é o entrosamento e experiência com o desenho antes da graduação, a vivência e relação com a disciplina no ensino médio e fundamental, evidenciando que disciplinas de artes e expressão gráfica na escola, também servem de base para o interesse no ensino superior, de uma engenharia. Na Tabela 2, observa-se um percentual de 55%.

Tabela 2 – Resumo do Questionário - Discente

Ordem	Perguntas Fechadas	Sim	Não
01	Você teve contato com o desenho no ensino fundamental/médio?	55%	45%
02	A disciplina dar o suporte necessário para formação do engenheiro?	80%	20%
03	Após cursar a disciplina, você despertou interesse por desenho?	55%	45%
04	O desenho é um meio eficaz entre os engenheiros e outros profissionais?	90%	10%
05	Os sistemas CAD são importantes na atuação profissional do engenheiro mecânico?	80%	20%
06	Perspectivas de Expressão Gráfica e PAC na UFERSA é boa ?	95%	5%

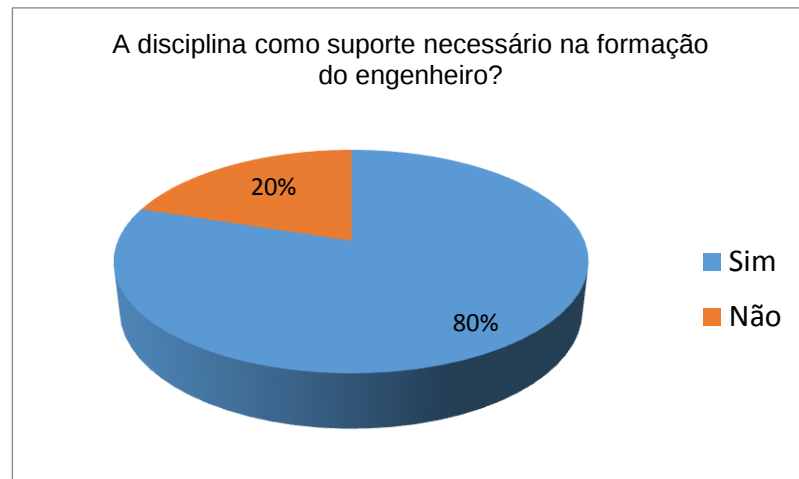
Fonte: Dados da pesquisa.

5.2 A disciplina como suporte necessário na formação do engenheiro

Considerando a Tabela 2, pôde-se compreender que no universo da amostragem, os discentes, embora, alguns evidenciaram que a disciplina, por vezes ficam em segundo plano, os resultados mostram que as componentes curriculares (expressão gráfica e CAD) são fundamentais para a concepção de projetos, sobretudo no tocante a concepção de máquinas, 55%. Outro ponto considerado foi que no curso da formação profissional, os componentes gráficos, são relacionados com exemplos práticos em sala de aula, aumentando o interesse pela área. Gráfico 1.

Vale ressaltar que nos trabalhos que implicam os conhecimentos de engenharia, a execução de boas ideias depende de cálculos, estudos econômicos, análise de riscos, etc. que na maioria são resumidos em desenhos que representam o que deve ser executado, construído, ou representados em gráficos ou diagramas que mostram os resultados dos estudos feitos.

Ainda neste quesito, os respondentes, puderam contribuir com o pensamento de que apesar da evolução tecnológica e dos meios disponíveis pela computação gráfica, o ensino de desenho técnico ainda é imprescindível na formação de qualquer engenheiro, pois, além do aspecto de linguagem gráfica que permite que as ideias concebidas por alguém sejam executadas por terceiros, o desenho técnico desenvolve o raciocínio, o senso de rigor geométrico e de organização, tornando possível a fabricação de um projeto com precisão.



Fonte: Dados da pesquisa.

5.3 Relação desenho técnico na engenharia e comunicação com outros profissionais

O desenho técnico tem por finalidade a representação dos objetos o mais próximo possível, em formas e dimensões, assim, o aprendizado de um engenheiro irá depender, de uma forma ou de outra, do desenho técnico. Desta forma o ato de planejar é organizar ações, essa é uma definição simples, porém, que demonstra a importância do ato de planejar, uma vez que o planejamento deve existir para facilitar o trabalho tanto do professor quanto do aluno. O planejamento deve ser uma organização das ideias e informações. Neste sentido, as principais questões quanto a relação do desenho técnico na engenharia teve um percentual considerável, 90% tendo em vista que tanto durante o processo de ensino e aprendizagem como no mercado de trabalho e na sociedade em que vivemos, a comunicação é fundamental, seja na linguagem escrita, verbal ou gráfica os principais problemas de projeto tem na formatação gráfica as soluções técnicas para as diversas especialidades no ramo da engenharia mecânica. Este ponto foi um dos que mais fundamentaram os resultados, pois por meio da ferramenta do desenho, o engenheiro mecânico tem um amplo mercado de atuação desenvolvendo estruturas e máquinas, além de propor soluções projetuais (sistema de ar condicionado, projeto de refrigeração complexo e tantas outras atividades técnicas para a sociedade.

5.4 Os sistemas CAD na atuação profissional do engenheiro mecânico

No tocante aos sistemas CAD, em sua ementa, o desenho abrange a representação gráfica de projetos arquitetônicos utilizando esboço e CAD, de tal modo que o aluno possa aprender a utilizar comandos do software na área de controle e automação industrial. Desta forma, este quesito na atuação profissional dos egressos, praticamente em todos os cursos de engenharia, vem contribuir com uma prática profissional sólida e eficaz na projeção de peças, máquinas e simulação virtual de protótipos e modelos bidimensionais e tridimensionais. Observou-se que neste quesito, o percentual de entendimento foi de 80%, Gráfico 2 considerando as particularidades pessoais, as dificuldades de aprendizagem e assimilação dos conteúdos numa visão mais holística e comprometida com o pensamento reflexivo dos alunos.

Outro ponto em destaque, revelado na pesquisa de campo, foi que devido o avanço da tecnologia e dos sistemas CAD (*Computer Aided Design*), as experiências com o desenho tem-se mostrado satisfatórias para os alunos no processo de ensino e aprendizagem. O levantamento junto ao corpo discente demonstrou que esse é o melhor caminho, visto que o manuseio dos instrumentos e o raciocínio no momento em que desenha, desenvolve no estudante várias habilidades, dentre elas, uma função cognitiva fundamental para a atuação profissional em Arquitetura e Engenharias: a visão espacial, de fundamental importância na atuação profissional do engenheiro mecânico projetista. Ressalta ainda que durante o ensino a utilização de tecnologia nas aulas, fomenta o desenvolvimento proporcionado ao aluno pelo desenho técnico instrumental.

Gráfico 2: Sobre os Sistemas CAD

Fonte: Dados da pesquisa.

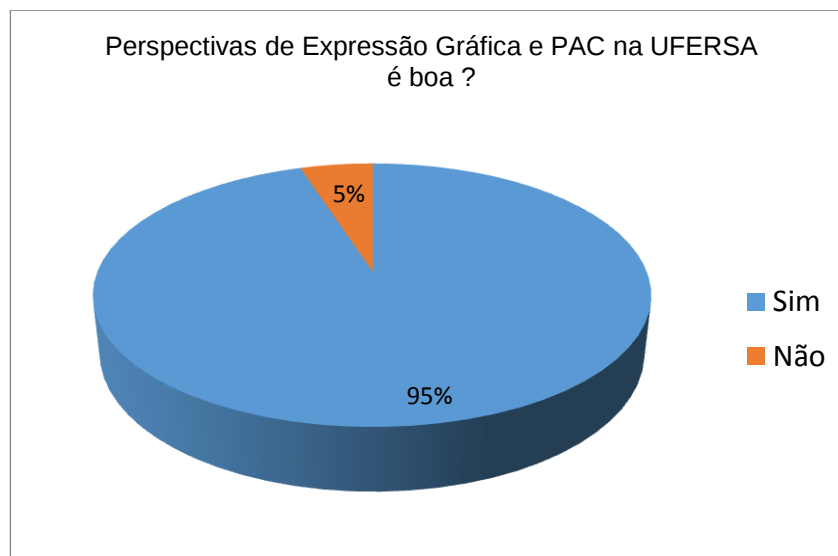
5.5 Perspectivas de Expressão Gráfica e PAC na UFERSA

Na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFERSA, as disciplinas encarregadas desse corpus na formação do aluno, são alocadas em Expressão Gráfica e Projeto Auxiliado por Computador. Conforme a Tabela 2, os respondentes, disseram que 95% consideram importantes as disciplinas, sobretudo porque o curso é de engenharia mecânica. Expressão gráfica, geralmente no início das atividades soa a princípio como uma dificuldade devido a junção de conteúdos como geometria descritiva, desenho técnico mecânico e desenho arquitetônico por vezes se tornam complicados de se assimilar.

No entanto com o decorrer da disciplina e das atividades propostas, o processo de ensino se torna mais eficaz, de modo que todos adquirem a compreensão de normas, técnicas e visualização dos objetos e mundo em volta, a chamada visão espacial, inerente ao ato de projeção. No universo da amostra, também ficou evidente que a união de expressão gráfica e projeto auxiliado por computador na UFERSA, no curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia, da forma como estão no currículo, são a porta para a entrada do pensamento reflexivo nas soluções de projeto gráfico, uma vez que estas disciplinas são complementadas no segundo ciclo (curso de engenharia mecânica) com desenho de máquinas e desenho técnico mecânico.

Por último, o docente entrevistado, concluiu que além da importância de todos os quesitos levantados no questionário, o comprometimento do aluno, o envolvimento e vontade de aprender, tendo senso crítico e pensamento a frente do seu tempo, são considerados um pano de fundo para o bom sucesso de qualquer discente na perspectiva da capacidade gráfica de conceber e visualizar os desenhos em sua plenitude.

Gráfico 3: Perspectivas para UFERSA



Fonte: Dados da pesquisa.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Ensino do Desenho Técnico vem exigindo uma remodelação devido ao avanço da Computação Gráfica e dos programas CAD (*Computer Aided Design*). Todavia, pelo contato com trabalhos sobre tema, foi possível concluir que não se trata de uma “modernização” excluindo sua fase instrumental, visto que essa é fundamental na aprendizagem e no desenvolvimento da visão espacial, função cognitiva indispensável para a atuação de profissionais de Arquitetura, de Engenharias e de áreas afins. Fazendo uma comparação, considerar desnecessário o ensino do desenho técnico instrumental é semelhante considerar irrelevante que o estudante aprenda a escrever, pois o desenho técnico é a linguagem do arquiteto, do engenheiro, do técnico em eletrotécnica, entre outros. Logo, é a forma de expressão e comunicação desses profissionais.

Nesse sentido, ao buscar meios pelos quais os estudantes possam atingir certo grau de abstração necessário ao desenvolvimento da visão espacial. A metodologia partiu da junção entre teoria e prática na participação democrática dos sujeitos da pesquisa, permitindo-os a atuarem também como atores no sentido de uma construção coletiva do entendimento e compreensão do ensino do desenho e expressão gráfica na formação dos engenheiros mecânicos, de forma mais atrativa e emancipadora, com o aumento do conhecimento técnico, ampliando a formação profissional do estudante de forma contextualizada.

Desta forma, o desenho, com seus enfoques e suas variações de nomenclaturas, é uma das disciplinas “obrigatórias” dos cursos técnicos e das engenharias pela sua inter-relação com os demais conhecimentos das áreas tecnológicas. Isto pôde ser constatado nas ementas curriculares dos cursos da UFERSA, Caraúbas e demais campi e nos títulos de diplomação. Esta disciplina, hoje apoiada pelos recursos da computação, nasceu juntamente com o ensino profissional e percorreu os currículos dos diferentes cursos ofertados e as mudanças na área produtiva das fábricas e indústrias. É importante destacar como o desenho é parte fundamental do ensino tecnológico e das inovações tecnológicas, tão aclamadas pela sociedade e por editais de pesquisa, e os conteúdos disciplinares continuam se desdobrando para atender as novas demandas de formação profissional para o mercado de trabalho globalizado.

7. REFERÊNCIAS

AULT, Holly K. Modeling strategies for parametric design. In: International Conference on Engineering Computer Graphics and Descriptive Geometry, 7th , ICECGDG, Cracow, 1996. **Anais...** Cracow: Cracow University of Technology, Division of Descriptive Geometry and Engineering Graphics, 1996, p. 390-394.

BAZZO, Walter A. **Ciência, tecnologia e sociedade**: e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.

BAZZO, Walter A., TEIXEIRA, Luiz T.V. **Introdução à engenharia**. 5ª ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1997a.

BENEDET, J. **Ensino por competência: um novo nome ou um novo rumo para o ensino técnico brasileiro**. Disponível em http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2006/artigos/2_67_415.pdf Acesso em 19 de outubro de 2016.

BINS, M.; VALDIERO, A. C.; CALLAI, D. A. Estudo de um Plano de Ensino para as Disciplinas do Curso de Engenharia Mecânica. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 7, 1999, Ijuí. Anais. Ijuí: UNIJUÍ, 1999.

Campus da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas – RN. Disponível em: <http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/53/CPL/Imagens%20CPL/Urbaniza%C3%A7%C3%A3o%20Cara%C3%BAbas.jpg>. Acesso em 29 de outubro de 2016.

Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. **CONFEA**. Disponível em: <http://www.confea.org.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?tpl=home>. Acesso em 22 de outubro de 2016.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO CÂMARA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR. **RESOLUÇÃO CNE/CES 11**, DE 11 DE MARÇO DE 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>. Acesso em 22 de outubro de 2016.

CUNHA, Gilberto J. et al. **Computação gráfica e suas aplicações em CAD: introdução e padronização**. São Paulo: Atlas, 1987.

DECRETO Nº 6.096, DE 24 DE ABRIL DE 2007. Institui o Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais – REUNI. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6096.htm. Acesso em 29 de outubro de 2016.

GUERRA, Antonio Teixeira e GUERRA, Antonio José Teixeira. **Dicionário geológico-geomorfológico**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

NEVES, J. L. **Pesquisa qualitativa: características, usos e possibilidades**. Caderno de pesquisa em administração, v. 1., n. 3., 1996.

LEI Nº 9.394, DE 20 DE DEZEMBRO DE 1996. Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso em 01 de novembro de 2016.

Mapa com a localização do município de Caraúbas, RN. Disponível em: <http://www.guianet.com.br/rn/maparn.htm>. Acesso em 29 de outubro de 2016.

PELISSON, M. das G. C. G. **Estudo Comparativo das Abordagens para o Ensino de Desenho Técnico Mecânico nos Cursos de Engenharia Mecânica de Curitiba**. 2005. Monografia (Especialização em Gestão de Desenvolvimento de Projetos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

Projeto Político e Pedagógico do Curso de Engenharia Mecânica. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. UFERSA. Disponível em: <https://engmecanica.ufersa.edu.br/wp-content/uploads/sites/48/2014/09/Engenharia->

[Mec%C3%A2nica-mossoro-CONSEPE-13_10_2011-Vers%C3%A3o-2-de-15_10_2012.pdf](#)

SILVA, J.C.T. da. Tecnologia: Conceitos e dimensões. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22, 2002, Curitiba. **Anais**. Curitiba: ABEPRO, 2002.

ULBRICHT, Sérgio M. **Análise dos conceitos fundamentais do desenho técnico face a implementação parcial de um modelo teórico de ensino inteligente auxiliado por computador**. Florianópolis, UFSC.1992. 131 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina,1992.

_____. **Geometria e desenho**: história, pesquisa e evolução. Florianópolis: EGRUFSC, 1998.

VALDIERO, A. C.; LORENZ, R.; KUNZ, I. J. Desenvolvimento de um manipulador para auxilio ao abastecimento de sementes e fertilizantes em plantadeiras. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 25, Congresso Latino-Americano de Ingenieria Agric.,2, 1996, Bauru. **Anais**. Bauru: UNESP, 1996.

Vista panorâmica da entrada UFERSA Caraúbas, RN. Disponível em: http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/207/1_10.jpg. Acesso em 29 outubro de 2016.

VOISINET, Donald D. **CADD – Projeto e desenho auxiliado por computador**. São Paulo: McGraw-Hill, 1988.

ZEID, Ibrahim. **CAD/CAM – Theory and practice**. Eua: McGraw-Hill, 1991.

ANEXO**Questionário - Discente**

Apresentamos um breve questionário para coleta de dados empíricos sobre as disciplinas de desenho, expressão gráfica e PAC na formação do engenheiro mecânico. UFERSA/Campus Pau dos Ferros – Campus Caraúbas.

Questões – Fechadas. Para cada quesito, responda SIM ou NÃO

QUESTÃO	PERGUNTAS	SIM	NÃO
01	Você teve contato com o desenho no ensino fundamental/médio?		
02	A disciplina dar o suporte necessário para formação do engenheiro?		
03	Após cursar a disciplina, você despertou interesse por desenho?		
04	O desenho é um meio eficaz entre os engenheiros e outros profissionais?		
05	Os sistemas CAD são importantes na atuação profissional do engenheiro mecânico?		
06	Perspectivas de Expressão Gráfica e PAC na UFERSA é boa?		