



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO –  
UFOP  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE  
CONTROLE E AUTOMAÇÃO**



**CIRO GERALDO BRITO LIMÃO**

**ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DO *MOCK UP* NAS DISCIPLINAS  
SISTEMAS TÉRMICOS E COMBUSTÃO NA ENGENHARIA  
MECÂNICA DA UFOP**

**OURO PRETO - MG  
2017**

**CIRO GERALDO BRITO LIMÃO**

**cirolimao@hotmail.com.br**

**ANÁLISE DA CONTRIBUIÇÃO DO *MOCK UP* NAS DISCIPLINAS  
SISTEMAS TÉRMICOS E COMBUSTÃO NA ENGENHARIA  
MECÂNICA DA UFOP**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

**Professor orientador:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elisangela Martins Leal

**OURO PRETO – MG  
2017**

L734a

Limão, Ciro Geraldo Brito.

Análise da contribuição do mock up nas disciplinas sistemas térmicos e combustão na engenharia mecânica da UFOP [manuscrito] / Ciro Geraldo Brito Limão. - 2017.

97f.: il.: color; grafs; tabs.

Orientador: Profa. Dra. Elisângela Martins Leal.

Monografia (Graduação). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Engenharia de Controle e Automação e Técnicas Fundamentais.

1. Motores - Combustão. 2. Motores de combustão interna - Aprendizagem experimental. 3. Motores - Combustíveis - Aperfeiçoamento. I. Leal, Elisângela Martins. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU: 681.5

Catálogo: [ficha@sisbin.ufop.br](mailto:ficha@sisbin.ufop.br)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE CONTROLE E  
AUTOMAÇÃO E TÉCNICAS FUNDAMENTAIS  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

**ATA DA DEFESA**

Ao 31º dia do mês de março do ano de dois mil e dezessete às 19 horas, na sala 06, localizada na Escola de Minas - Campus Morro do Cruzeiro - UFOP, foi realizada a defesa de monografia do aluno **Ciro Geraldo Brito Limão**, sendo a comissão examinadora constituída por: Prof. DSc. Luís Antônio Bortolaia, Profa. DSc. Maria Perpétuo Socorro Mol Pereira, Profa. DSc. Zirlene Alves da Silva Santos e Profª. DSc. Elisângela Martins Leal. O candidato apresentou o trabalho intitulado: **“Análise da contribuição do *MockUp* nas disciplinas Sistemas Térmicos e Combustão na Engenharia Mecânica da UFOP”**, sob orientação da Profª. DSc. Elisângela Martins Leal. Após as observações dos avaliadores, em comum acordo os presentes consideram o aluno aprovado com a nota/conceito 9,2.

Ouro Preto, 31 de março de 2017.

*Elisângela Martins Leal*

Profª. DSc. Elisângela Martins Leal

**Professora Orientadora**

*Zirlene Alves da Silva Santos*

Profª. DSc. Zirlene Alves da Silva Santos

**Professora Avaliadora**

*Washington Luis Vieira da Silva*

Prof. DSc. Washington Luis Vieira da Silva

**Professor Avaliador**

*Maria Perpétuo Socorro Mol Pereira*

Profª. DSc. Maria Perpétuo Socorro Mol Pereira

**Professora Avaliadora**

*Ciro Geraldo Brito Limão*

Ciro Geraldo Brito Limão

**Aluno**

A Deus dedico mais esta etapa vencida.  
À minha família, pelo carinho e meus  
amigos, pelo companheirismo.

## AGRADECIMENTO

A Deus:

“ Deus é a inteligência suprema, causa primária de todas as coisas. ”

Aos meus pais:

Pelo carinho, amor, dedicação, apoio, força e por sempre acreditarem em mim.

À minha namorada:

Pelo carinho, motivação, dedicação, apoio e paciência.

Aos amigos:

Grandes pessoas se completam com grandes amizades, pois a amizade é algo a ser cultivado em qualquer tempo e qualquer lugar.

Às orientadoras:

Grandes ensinadoras, ouvintes, amigas, que nunca fraquejaram quando trazia novos e emocionantes desafios, que me aconselharam sempre em todas as dúvidas medos e me trataram como da família.

Aos professores, técnicos administrativos da UFOP:

Grandes companheiros de jornada que transmitiram conhecimentos que livro algum poderia me proporcionar.

Aos companheiros de projetos:

Obrigado por me ensinarem a lidar com as pessoas de um modo melhor, por me ajudarem nas dificuldades e por serem parte da minha família na graduação.

Obrigado Departamento de Engenharia de Controle e Automação, 12 Bis AeroDesign, SAE BRASIL, Inconfidentes Baja (Baja UFOP), Crea-Minas Jr, Crea-Minas Jr Ouro Preto, AIESEC Ouro Preto, Diferencial EJ (Mec Jr), Seção de Integração Escola-Empresa (SIEE), Pró-Ativa, FSAE.

Obrigado a todos que direta e indiretamente me ajudaram a completar essa árdua etapa da minha vida pessoal e profissional, mas que por idade, não consegui nomeá-las.

*“ Você bloqueia seu sonho quando você permite que o medo fique maior do que a sua fé. ”*

Mary Manin Morrisey

## RESUMO

Os *Mock Up's* (motores vivos), conseguem aproximar os aprendizes da prática de modo acessível à instituição de ensino e de modo instintivo ao aprendiz. A contribuição deste trabalho foi no sentido de auxiliar na assimilação dos conhecimentos das disciplinas Sistemas Térmicos e Combustão do curso de Engenharia Mecânica da UFOP, como meio de motivar e proporcionar um contato com equipamentos, através de aulas práticas. Assim, pode-se citar como um benefício, a melhoria de projetos de iniciação científica, a possibilidade de futuras pesquisas nas áreas abrangentes pelos sistemas do *Mock Up*, além de ter um manual de criação e melhoria do projeto documentado. O presente trabalho tem como objetivo analisar e indicar a contribuição do uso de *Mock Up* nas disciplinas supracitadas, presentes na matriz curricular do curso de Engenharia Mecânica da UFOP. Através de questionário aplicado contendo 5 perguntas, inicialmente foi possível constatar a carência de aulas práticas das referidas disciplinas do curso através das respostas de 25 alunos. Após a implementação dos *Mock Up's* nas aulas, um novo questionário similar ao inicial foi aplicado, mostrando entusiasmo de 8 discentes no contato real com os motores. A análise das respostas dos questionários dos Anexos 1 e 2 permitem concluir que com relação as respostas Q1 e Q2, tem uma variação na quantidade de pessoas que cursaram a disciplinas, de inicialmente 0,80% e 0,36%, respectivamente, e posteriormente 0,625% e 0,125%, respectivamente. Já as respostas de Q3 variaram pouco, de 0,76% inicialmente para 0,625% posteriormente, demonstrando que existe uma falta substancial de prática, comprovando a carência. Para Q4 as respostas variam apenas de 0,80% antes para 1,00%, o que constata que, com a visita técnica ao SENAI do Horto em Belo Horizonte-MG, e a execução da prática na oficina da instituição, agregou muito conhecimento e motivação aos alunos. Em Q5 existe quase uma unanimidade entre as respostas, que variam de 0,96% para 1,00%. Assim, este trabalho traz em suas recomendações a possibilidade da aplicação do *Mock Up* na pesquisa da melhoria de rendimento, modificação geométrica dos componentes do motor, mudança de combustível, entre outras áreas de pesquisa.

**Palavras-chave:** *Mock Up* (Motor Vivo), disciplinas na Engenharia Mecânica (Sistemas Térmicos e Combustão), Metodologia de Aprendizagem, Melhoria de Ensino, UFOP.

## ABSTRACT

*Mock Up's can bring apprentices into practice in a way that is accessible to the educational institution and instinctively to the learner. The contribution of this work was to assist in the assimilation of the knowledge of the Thermal Systems and Combustion disciplines of the Mechanical Engineering course at UFOP, as a means of motivating and providing a contact with equipment through practical classes. Thus, one can cite as a benefit, the improvement of scientific initiation projects, the possibility of future research in the areas covered by the systems of Mock Up, besides having a manual of creation and improvement of the documented project. The present work aims to analyze and indicate the contribution of the use of Mock Up in the aforementioned disciplines, present in the curricular matrix of the course of Mechanical Engineering of UFOP. Through an applied questionnaire containing 5 questions, it was initially possible to verify the lack of practical classes of the mentioned subjects of the course through the answers of 25 students. After the implementation of Mock Up's in class, a new questionnaire similar to the initial one was applied, showing enthusiasm of 8 students in the real contact with the engines. The analysis of the answers of the questionnaires of the Annexes 1 and 2 allow to conclude that with respect to the answers Q1 and Q2, there is a variation in the number of people who studied the subjects, initially 0.80% and 0.36%, respectively, and later 0.625% and 0.125%, respectively. The Q3 responses varied slightly, from 0.76% initially to 0.625% later, demonstrating that there is a substantial lack of practice, proving the lack. For Q4, responses vary only from 0.80% to 1.00%, which shows that, with the technical visit to SENAI of Horto in Belo Horizonte-MG, and the execution of the practice in the institution's workshop, And motivation to learners. In Q5 there is almost unanimity among the answers, ranging from 0.96% to 1.00%. Thus, this work brings in its recommendations the possibility of applying Mock Up in the research of performance improvement, geometric modification of the engine components, fuel change, among other research areas.*

**Keywords:** *Mock Up, Disciplines in Mechanical Engineering (Thermal Systems and Combustion), Learning Methodology, Improvement of Teaching, UFOP.*

**LISTA DE FIGURAS**

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Tempo, educação e trabalho: o caso do ensino.....                           | 12 |
| Figura 2 - Arco de Maguerez.....   | 15 |
| Figura 3 – Diagrama para escolha de atividades. ....                                   | 18 |
| Figura 4 - <i>Mock Up</i> Diesel SENAI Bauru.....                                      | 25 |
| Figura 5 - <i>Mock Up</i> T-Jet SENAI Bauru.....                                       | 26 |
| Figura 6 - <i>Mock Up</i> TetraFuel 1 SENAI Bauru.....                                 | 26 |
| Figura 7 - <i>Mock Up</i> TetraFuel 2 SENAI Bauru.....                                 | 26 |
| Figura 8 - Curva Mesocúrtica.....  | 29 |
| Figura 9 - Curva Platicúrtica .....  | 29 |
| Figura 10 - Curva Leptocúrtica .....   | 30 |
| Figura 11 - Gráfico de assimetria à direita .....                                      | 30 |
| Figura 12 - Gráfico de assimetria à esquerda .....                                     | 31 |
| Figura 13 - Soma das repostas positivas de cada pergunta do Anexo 1 .....              | 43 |
| Figura 14 – Soma percentual das repostas positivas de cada pergunta do Anexo 1 .....   | 44 |
| Figura 15 - Desvio padrão das repostas positivas de cada pergunta do Anexo 1 .....     | 44 |
| Figura 16 - Variância amostral das repostas positivas de cada pergunta do Anexo 1..... | 45 |
| Figura 17 - Nível de confiança das repostas positivas de cada pergunta do Anexo 1..... | 46 |
| Figura 18 - Soma das repostas positivas de cada pergunta do Anexo 2.....               | 49 |
| Figura 19 – Soma percentual das repostas positivas de cada pergunta do Anexo 2.....    | 49 |
| Figura 20 - Desvio padrão das repostas positivas de cada pergunta do Anexo 2.....      | 50 |
| Figura 21 - Variância amostral das repostas positivas de cada pergunta do Anexo 2..... | 51 |
| Figura 22 - Nível de confiança das repostas positivas de cada pergunta do Anexo 2..... | 52 |

**LISTA DE TABELAS**

|   |    |
|---|----|
| Tabela 1 - Comparação dos aspectos dos tipos de pesquisa..... | 34 |
| Tabela 2 - Variáveis e Indicadores de desempenho .....        | 39 |
| Tabela 3 - Dados tabulados do Anexo 1.....                    | 42 |
| Tabela 4 - Funções estatísticas do Anexo 1.....               | 43 |
| Tabela 5 - Dados tabulados do Anexo 2.....                    | 47 |
| Tabela 6 - Funções estatísticas do Anexo 2.....               | 48 |

## SUMÁRIO

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>1</b>  |
| 1.1      | Formulação do Problema.....   | 1         |
| 1.2      | Justificativa.....  | 6         |
| 1.3      | Objetivos.....  | 7         |
| 1.3.1    | Geral .....   | 7         |
| 1.3.2    | Específicos.....  | 7         |
| 1.4      | Estrutura do Trabalho .....   | 7         |
| <b>2</b> | <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>                                      | <b>9</b>  |
| 2.1      | Processo de Ensino e Aprendizagem.....                                  | 9         |
| 2.2      | Metodologia de Aprendizagem .....                                       | 10        |
| 2.3      | Melhoria de Ensino.....   | 16        |
| 2.4      | Disciplinas na Engenharia Mecânica (Sistemas Térmicos e Combustão)..... | 20        |
| 2.5      | <i>Mock Up</i> (Motor Vivo).....  | 21        |
| 2.6      | Estatística Descritiva .....  | 27        |
| <b>3</b> | <b>METODOLOGIA.....</b>   | <b>32</b> |
| 3.1      | Tipo de pesquisa .....  | 32        |
| 3.2      | Materiais e métodos.....  | 37        |
| 3.3      | Variáveis e Indicadores .....   | 38        |
| 3.4      | Instrumentos de coleta de dados .....                                   | 39        |
| 3.5      | Tabulação dos dados.....  | 40        |
| 3.6      | Considerações finais do capítulo .....                                  | 40        |
| <b>4</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                                     | <b>41</b> |
| <b>5</b> | <b>CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES .....</b>                                  | <b>53</b> |
| 5.1      | Conclusões.....   | 53        |
| 5.2      | Recomendações .....   | 55        |
| <b>6</b> | <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS CITADAS E CONSULTADAS .....</b>           | <b>56</b> |
|          | <b>ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE ENSINO .....</b>  | <b>63</b> |
|          | <b>ANEXO 2 - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE ENSINO .....</b>  | <b>64</b> |

**ANEXO 3 – ROTEIRO DE AULA PRÁTICA.....644**

## **1 INTRODUÇÃO**

Neste capítulo abordar-se-á a formulação do problema, com sua contextualização no meio em questão, justificativa, objetivos e estrutura do trabalho.

### **1.1 Formulação do Problema**

A aprendizagem é algo muito difícil de se quantificar, devido ao aprendizado e entendimento serem intrínsecos do ser que está a aprender, ou seja, algo subjetivo que depende de aptidões que apenas o aprendiz pode confirmar se tem ou não. Porém, desde a infância o homem é ensinado pelo modo convencional, por uma técnica de aprendizagem que se dá pela figura de um educador à frente de uma sala e aprendizes vendo-o falar e escrever sobre determinado tema ou assunto, depositando o conhecimento no aluno.

Nas disciplinas mais adiantadas do ensino fundamental, os educadores fazem uso de alguns recursos além da lousa, giz, a própria fala, quadros brancos, a fim de enriquecer e ilustrar o imaginário do aprendiz e facilitar o entendimento. Mesmo sem saber exatamente o que está por vir no cenário educacional, a expectativa generalizada é de que ocorram mudanças que façam alguma diferença na educação de nossos jovens (BARBOSA & MOURA, 2013).

Tem-se como entendimento de aprendizado tudo que o aprendiz assimila após o contato, ou seja, tudo que após o estudo não é esquecido, que se pode chamar de conhecimento aprendido. Entende-se como aprendizagem o processo de assimilação após o contato inicial de determinados conhecimentos e modos de ação física e mental, organizados e orientados no processo do ensino. Assim, a aprendizagem está diretamente relacionada com o desenvolvimento cognitivo. Ou seja, o resultado da interação entre as estruturas mentais e o meio ambiente (MOTA & PEREIRA, 2010).

De acordo com a nova ênfase educacional, centrada na aprendizagem e não só na transmissão de conhecimento, o professor é co-autor do processo de aprendizagem dos alunos, auxiliando de modo ativo no processo de aprendizagem. Nesse enfoque, o

conhecimento é construído e reconstruído continuamente, num ciclo de evolução e adaptação contínua (MOREIRA, 1995).

Logo, quanto mais sentidos forem utilizados no aprendizado, mais aprende-se. Com a maior assimilação de conhecimento, tem-se normalmente uma maior motivação em aprender, pois entende-se que as contas e cálculos executados em cursos de Engenharia, por exemplo, irão se tornar algo material. De acordo com Piaget, as crianças possuem um papel ativo na construção de seu conhecimento, de modo que o termo construtivismo ganha muito destaque em seu trabalho.

Com a questão do “não esquecimento” a ser quebrada, quanto mais o conhecimento marca o aprendiz, mais detalhes ele assimila, tornando mais fácil a lembrança após o contato. Assim, o desenvolvimento cognitivo, que é a base da aprendizagem, se dá por assimilação e acomodação. Quando ocorre a assimilação, a mente não se modifica. Entretanto, quando a pessoa não consegue assimilar determinada situação, podem ocorrer dois processos: a desistência ou a modificação da mente. Assim, quando ocorre o processo de modificação, gerando a acomodação, a construção de novos esquemas de assimilação resulta no processo de desenvolvimento cognitivo (MOREIRA, 1995; SILVA, 2015).

Segundo Bondía (2002, pág 21):

A experiência é o que nos passa, o que nos acontece, o que nos toca. Não o que se passa, não o que acontece, ou o que toca. A cada dia se passam muitas coisas, porém, ao mesmo tempo, quase nada nos acontece. Dir-se-ia que tudo o que se passa está organizado para que nada nos aconteça. Walter Benjamin, em um texto célebre, já observava a pobreza de experiências que caracteriza nosso mundo. Nunca se passaram tantas coisas, mas a experiência é cada vez mais rara.

Outro parâmetro a ser levado em consideração é que o aprendiz só consegue aprender algo novo com base em alguma coisa que já conhece, ou seja, faz associação e analogia do desconhecido com o conhecido, a fim de esclarecer e poder se situar no novo. Um grande problema as vezes é que o educador nem sempre consegue fazer a comparação de um modo fácil ao aprendiz. Da forma como se observam as atuações no espaço escolar, verifica-se que na sua maioria elas estão apoiadas numa perspectiva onde o aprender é associado à uma adaptação a um mundo pré-existente (SORDI, 1999).

O aprendizado de um especialista, que é muito lento, e a experiência/raciocínio de solução de problemas, que surge de uma ampla base de dados acumulados ao longo de anos, são obtidos graças ao correto entendimento e prática de todos os sistemas a serem abordados em sua tarefa. (CASALE, 2013).

O mesmo ocorre nas disciplinas do ciclo profissional específico dos cursos de ensino superior. No caso da engenharia, adiciona-se aulas práticas à receita comum de ensino. Assim, as aulas práticas são utilizadas para a compreensão de princípios e conceitos pertinentes à disciplina, aplicando-as para desenvolvimento de atitudes que permitam ao aluno agir de forma a equacionar e resolver problemas do seu cotidiano, favorecendo um espírito crítico e autônomo, que é tão necessário para a educação continuada, ao longo da vida, principalmente quando já estiver fora da escola (MANCUSO, 2001).

Entende-se que a engenharia é uma área do conhecimento que necessita passar por mudanças no processo de ensino e aprendizagem. O aluno de engenharia precisa perceber desde o início do seu curso que todos os conceitos que está adquirindo fazem parte de um conteúdo maior. O conjunto desses conceitos será necessário para sua formação profissional e humana (CARVALHO *et al.*, 2001). As Diretrizes Curriculares para os Cursos de Engenharia definem que o conhecimento não deve ter mais o enfoque no conteúdo e nem estar centrado no professor. Elas têm uma preocupação maior com o perfil do profissional de engenharia a ser formado e com o desenvolvimento das competências, habilidades e atitudes éticas, sociais e ambientais. Como consequência, exigem novos esquemas de avaliação e estratégias de ensino-aprendizagem (DUARTE *et al.*, 2007). Este fato aliado com a motivação, aumenta muito a vontade de aprender.

Com a criação do curso de Engenharia Mecânica na Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) no ano de 2009, o mesmo vem evoluindo com a contratação de educadores de acordo com a necessidade. Deve-se levar em consideração que cada educador transmite o conhecimento de um modo único e diferente. Ao cursar as disciplinas do ciclo profissional da engenharia mecânica, nota-se uma dificuldade por parte dos aprendizes no entendimento de certas disciplinas, uma vez que muitos dos aprendizes entram sem nenhuma instrução técnica inicial, logo, não está em contato direto com as tecnologias e técnicas que são abordadas em sala de aula. A utilização de inúmeros recursos a fim de estimular o aprendizado vem como ferramenta enriquecedora do método de ensino. Assim, a melhoria do ensino e aprendizado, a inovação no modo de ensinar, a atualização de tecnologias, vêm ao encontro das necessidades de compreensão e transmissão do conhecimento a todos os que tem facilidade e aos que tem alguma dificuldade.

Segundo Millor (2002), em 1862 o físico francês Aphonse Beau de Rochas propôs as condições necessárias para que um motor de combustão interna, de quatro tempos (admissão, compressão, explosão e escape), funcionasse com a máxima de economia utilizando

combustíveis derivados do petróleo. Rochas retratou, a sequência de eventos, por meio da qual a economia e a eficiência poderiam ser conseguidas. Essa sequência, que totalizava quatro tempos é em síntese, o que hoje ocorre basicamente em todo motor de Ignição por Centelha Elétrica (ICE), sendo com carburador ou injeção eletrônica. Porém, Rochas não chegou a construir motor nenhum, tendo apenas teorizado a formulação das condições de funcionamento econômico conforme havia imaginado.

O motor foi construído experimentalmente em 1872, mas só foi realizado propriamente em 1876 por Nikolaus Otto, que foi inclusive quem determinou o ciclo teórico sob o qual trabalha o motor ICE. A firma alemã Otto und Langen passou a fabricar os motores de combustão interna de quatro tempos, com pistões móveis, ligados a um virabrequim, logo este tipo de motor passou a se chamar popularmente de motor Otto (MILLOR, 2002).

Macarrão e Kaminski (2004) afirmam que as necessidades de avaliações e testes variam de acordo com a fase de desenvolvimento em que se encontra o veículo. Cada componente ou sistema do veículo, por sua vez, requer uma avaliação específica. Isso significa que um mock-up ou protótipo deve atender à necessidade de avaliação a que foi proposto.

Neste trabalho, o *Mock Up* é basicamente um motor, com todos os periféricos necessários para o seu funcionamento, simulando exatamente como se estivesse em seu ambiente real de trabalho, ou seja, instalado em um veículo real, mas sem a necessidade da carroceria. Essa montagem e acomodação é obtida através da instalação do motor, câmbio, radiador, injeção, tanque, painel de instrumentos, comutador de ignição, imobilizador, catalisador, entre outros sistemas necessários para o funcionamento normal do motor em uma estrutura móvel, em um cavalete.

De acordo Volpato (1999), as principais finalidades dos protótipos são as reduções de tempo e custo, aprendizagem, comunicação, integração, e redução dos riscos de inovação. O *Mock Up* é então um meio de aprendizado prático, similar ao real.

Em um laboratório, com o *Mock Up* é possível agrupar diversos motores sem a necessidade de um grande espaço físico, pois inicialmente vários carros seriam utilizados para tal tarefa. Além de se ter um custo muito menor em manutenção, reparos, uma vez que só tem o sistema motopropulsor a ser mantido e não um veículo completo que resultaria em um custo maior.

Schützer (2002) apresenta que a utilização de sistemas virtuais para o desenvolvimento e teste de novos produtos possui uma crescente demanda, devido a estar sempre se objetivando a redução de custos. Como a construção de protótipos físicos demanda tempo e recursos financeiros, com isso empresas atualmente estão optando por *Mock Ups* digitais para etapas iniciais de desenvolvimento de seus produtos, que permite a identificação e análise de possíveis erros de projeto, algo que em sistemas físicos reais levariam mais tempo e consumiriam recursos materiais, financeiros. Empresas como Volkswagen e BMW da Alemanha, que na década de 1990 começaram a desenvolver protótipos baseado em *Mock Ups* digitais. Entretanto, muitas empresas ainda utilizam para testes e desenvolvimento de produtos meios físicos (DAI *et al.*, 1996).

Também há a facilidade de modificação geométrica e física do motor e periféricos para implementação de testes de novos combustíveis, novos sistemas e até mesmo outros componentes que inicialmente seriam limitados caso se tratasse de um veículo real. O que facilita então sua manutenção, reparabilidade, manutenção, utilização para os diversos fins em disciplinas da graduação e pós-graduação. Para tal melhoria, a implementação dos *Mock Ups* é um modo de enriquecer as aulas práticas de disciplinas afins com os sistemas presentes no mesmo e de motivar os aprendizes em seus estudo e melhoria do conhecimento. Uma vez que o *Mock Up* engloba itens de diversas disciplinas do curso de Engenharia Mecânica, tais como Sistemas Térmicos, Instrumentação e Metrologia, Combustão, Vibrações de Sistemas Mecânicos, Elementos de Máquinas, Mecânica de Veículos, Tribologia, Transferência de Calor e Massa, entre outras.

Neste trabalho, apresentar-se-á apenas as correlações com as disciplinas de Combustão e Sistemas Térmicos, que fazem parte da matriz curricular do curso de Engenharia Mecânica como Eletiva e Obrigatória, respectivamente. Com a melhoria sugerida, a implantação do *Mock Up* nas aulas práticas das disciplinas citadas anteriormente, espera-se uma melhoria na transmissão do conhecimento e entendimento, aumento na motivação em aprender por parte dos aprendizes perante as mesmas.

*Mock Ups* apresentam as vantagens de ocupar um pequeno espaço se comparado a um sistema completo (carro); apresentam baixa manutenção por não existir inúmeros componentes que deveriam recebê-la com o tempo; apresentam fácil locomoção, uma vez que o suporte/cavalete tem aproximadamente 10 m<sup>2</sup> e possui rodas; e contam somente com os itens básicos necessários para o funcionamento da máquina, tais como motor, câmbio,

radiador, injeção eletrônica ou carburador, tanque de combustível adaptado, sistema de ignição, immobilizador no caso de motores mais novos, painel de instrumentos e chave de ignição normalmente.

Logo, com todos esses aspectos apontados quanto ao conhecimento base, a transmissão do conhecimento, a motivação para o aprendizado e melhoria das aulas das disciplinas em questão, surge a indagação:

### **Qual a contribuição do *Mock Up* para a melhoria do ensino nas disciplinas Sistemas Térmicos e Combustão do curso de Engenharia Mecânica da UFOP?**

#### **1.2 Justificativa**

A contribuição deste trabalho foi no sentido de auxiliar na assimilação dos conhecimentos das disciplinas Sistemas Térmicos e Combustão (e outras) do curso de Engenharia Mecânica da UFOP, como meio de motivar e proporcionar um contato com equipamentos, através de aulas práticas. Este assunto foi iniciado em um projeto interno da universidade para a melhoria da prática pedagógica das disciplinas. Assim, pode-se citar como um benefício, a melhoria de projetos de iniciação científica, a possibilidade de futuras pesquisas nas diversas áreas compreendidas pelos sistemas do *Mock Up*, além de ter um manual de criação e melhoria do projeto documentado.

Neste contexto, esse trabalho visa enriquecer as aulas de uma maneira acessível financeiramente e fisicamente para o departamento, aproximar os alunos das realidades vistas fora de sala de aula teórica, de modo a desenvolver as aptidões do dia a dia. Além de ser um bem durável para o curso, sem a obrigação da UFOP ter que recorrer a uma empresa especializada para manutenções e reparos, uma vez que se trata de um motor a combustão interna comercial, mas instalado em um cavalete. Sendo também um modo de desenvolver mais a área de iniciação científica na engenharia.

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Geral

Analisar a contribuição do *Mock Up* nas disciplinas de Sistemas Térmicos e Combustão no curso de Engenharia Mecânica da UFOP..

#### 1.3.2 Específicos

- Realizar revisão bibliográfica sobre aprendizado nas disciplinas Sistemas Térmicos e Combustão, motores a combustão interna, *Mock Up*, métodos de ensino e aprendizagem de conteúdo, melhoria de ensino.
- Dissertar sobre as metodologias de ensino e aprendizagem aplicadas ao ensino da Engenharia Mecânica.
- Fazer um estudo sobre a aplicação de *Mock Ups* nas disciplinas de Sistemas Térmicos e Combustão.
- Realizar coleta de dados sobre aplicação da metodologia com *Mock Ups*.
- Comparar a percepção dos aprendizes antes e depois da aplicação dos *Mock Ups*.

### 1.4 Estrutura do Trabalho

No capítulo 1 é abordado e contextualizado o cenário de aprendizado, transmissão do conhecimento, aspectos necessários para aprender, mostrada as barreiras a serem quebradas, melhorias e vantagens com o uso do *Mock Up*.

No capítulo 2 é realizada uma revisão bibliográfica dos conceitos que permeiam o assunto *Mock Up*, metodologias de ensino, disciplinas do curso de Engenharia Mecânica (Sistemas Térmicos e Combustão), metodologia de aprendizagem, melhoria de ensino, e motores a combustão interna.

O capítulo 3 apresenta o processo metodológico adotado na pesquisa, bem como as ferramentas utilizadas para a coleta de dados que são partes essenciais na obtenção dos resultados.

No capítulo 4 é executado o levantamento estatístico qualitativo através de questionário para contabilizar a necessidade da implementação do *Mock Up* nas referidas disciplinas, de modo a contabilizar a melhoria de transmissão de conhecimento através dos mesmos. Produzir Procedimentos Operacionais Padrão (POP), para que possa ser utilizado de acordo com o que se tem intenção de simular além de manuais de montagem, esquemas elétricos no caso de alguma adaptação diferente do manual do fabricante. Ainda no capítulo 4 é mostrada a implementação com o uso do *Mock Up* nas disciplinas e contabilizada após a tal ação, através de novo questionário, a melhoria da disciplina e da qualidade de ensino através da implementação do mesmo nas aulas.

No capítulo 5 mostra-se a conclusão, apresentando a melhoria obtida nas disciplinas, possíveis melhorias do *Mock Up*, possíveis estudos futuros através do mesmo, sugestão de novos modelos a se utilizar em *Mock Up*.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Este capítulo trará uma revisão bibliográfica sobre o assunto, de modo a contextualizar e conceituar todos os termos necessários para o correto entendimento.

### **2.1 Processo de Ensino e Aprendizagem**

O processo de ensino procura apresentar roteiros para diferentes situações didáticas, conforme a tendência/corrente pedagógica adotada pelo professor/instituição, de forma que o aluno se aproprie dos conhecimentos propostos e/ou apresente suas pesquisas e demais atividades pedagógicas.

Embora muitos professores sintam que têm um papel importante na determinação de mudanças significativas no processo de ensino, frustram-se quando, na busca de alternativas, nem sempre conseguem bons resultados. Se na sua prática cotidiana o professor percebe que a metodologia adotada favorece apenas alguns alunos, em detrimento de outros ou da maioria, é preciso que ele compreenda e entenda a razão desse problema, a que alunos este método favorece e porque os favorece. Sem essa compreensão, dificilmente conseguirá mudanças que levam a resultados significativos (MARTINS, 2002).

Segundo Vasconcellos (1999) relacionando com a teoria do conhecimento que fundamenta o trabalho do professor, considera como referência a concepção dialética de conhecimento, destacando a problematização como elemento nuclear na metodologia de trabalho em sala de aula. Se forem adequadamente captadas, as perguntas deverão provocar e direcionar de forma significativa e participativa, o processo de construção do conhecimento por parte do aluno, sendo também um elemento mobilizador para esta construção. Nesse sentido, ao preparar a aula, o professor já poderia destacar as possíveis perguntas e problemas desencadeadores para a reflexão dos alunos.

Para se envolver ativamente no processo de aprendizagem, o aluno deve ler, escrever, perguntar, discutir ou estar ocupado em resolver problemas e desenvolver projetos. Além disso, o aluno deve realizar tarefas mentais de alto nível, como análise, síntese e avaliação. Nesse sentido, as estratégias que promovem aprendizagem ativa podem ser definidas como

sendo atividades que ocupam o aluno em fazer alguma coisa e, ao mesmo tempo, o leva a pensar sobre as coisas que está fazendo (BONWELL; EISON, 1991; SILBERMAN, 1996).

De acordo com a teoria de Ausubel (1982), a aprendizagem significativa apresenta três vantagens principais em relação à aprendizagem memorística. Em primeiro lugar, o conhecimento adquirido de maneira significativa é guardado e possível de acessar por mais tempo. Em segundo, amplia-se a capacidade de aprender outros conteúdos de um modo mais fácil, mesmo se a informação original for esquecida, uma vez que se tem um conhecimento realmente aprendido. Em terceiro, uma vez esquecida a informação original, facilita a aprendizagem seguinte, ou seja, a *reaprendizagem*, por assim dizer. Em especial, sobre esse último ponto, Novak (1981) esclarece que é possível relacionar novos conceitos, informações, acontecimentos e experiências mesmo após o aparente esquecimento, pois o conceito inicialmente aprendido fora modificado, com isso os dados guardados poderão ser recordados, o que não acontece quando temos uma aprendizagem mecânica, onde apenas se deposita o conhecimento.

No entanto, segundo Moreira (1999), são necessárias duas condições para que a aprendizagem significativa ocorra. O aluno precisa ter disposição/pro-atividade para aprender, relacionando assim o novo conceito de maneira não-arbitrária e nem obrigatória. E o conteúdo a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, isto é, tem que ser lógica e psicologicamente significativo ao aluno em sua vida acadêmica ou profissional. Acrescenta esse autor que o lógico depende da natureza do conteúdo e o psicológico é uma experiência atribuída a cada indivíduo.

## **2.2 Metodologia de Aprendizagem**

Para Capra (2006), nas instituições de ensino, seja ela escola de ensino fundamental, médio ou superior, existe a tradição e a imutabilidade do método de ensino atual, sob forte influência do mecanicismo de inspiração cartesiana, newtoniana, fragmentado e reducionista; limitando-se à transmissão do conhecimento por parte do educador e a retenção do conhecimento por parte do aprendiz. Tal metodologia, modo passivo de ensino, é algo que para ensino fundamental tem grandes resultados, devido a quantidade de conhecimento que o

aprendiz demonstra, onde está numa fase de copiar os exemplos, e não de criar ou discernir as coisas.

Claro que isto não significa que em geral os professores negligenciem a qualidade do ensino a que são devotados, mas que, de certo modo, não tem incentivos para desenvolver a sua capacidade pedagógica e que, muitas vezes, nem dispõe de informação complementar necessária para a solução de problemas concretos, estruturando racionalmente os conhecimentos que vai adquirindo, entrelaçando o que lhe é transmitido com o que ele próprio procura. Sendo assim, o ensino passa a ser mais do que a transmissão de conhecimento. Passa a exigir a utilização de métodos e de ferramentas para o desempenho desse papel ativo. Dessa forma, a atenção principal na ação educativa transfere-se, em grande parte, do ensino para a aprendizagem. Assim, o docente, é mais do que transmissor de conhecimento, é um facilitador da aprendizagem. (NOGUEIRA & OLIVEIRA, 2011).

Gil (1996) afirma que deve-se considerar a observação em duas vertentes: processo mental e como técnica organizadora. Na vertente de processo mental, a ação de observação é tida como o ato de apreender coisas e acontecimentos, comportamentos e atributos pessoais e concretas inter-relações. Já na vertente de técnica organizadora, leva-se em consideração que a observação é um meio de medir por descrição, classificação e ordenação. Transcende a simples constatação dos dados, porquanto envolve a complementação dos sentidos por meios técnicos. Permite a apreensão direta dos fenômenos.

Tendo em vista que no ensino médio o aluno tem uma maior consciência e um entendimento de anos de estudo e absorção de conhecimento de uma vida acadêmica básica, o mesmo já tem consciência para raciocinar, opinar e não somente receber conhecimento, o que o possibilita trocar e associar conhecimentos de modos criativos.

Freire (1999) apresenta que a transição da consciência ingênua para a consciência crítica requer curiosidade criativa, indagadora e sempre insatisfeita de um sujeito ativo, que reconhece a realidade como mutável e o despertar de suas aptidões para diversas áreas. Esse despertar depende do modo que é estimulado, seja com perguntas instigantes nas aulas, seja com aulas práticas, seja com modos criativos de transmissão de conhecimento, dinâmicas, jogos. Todo meio que o estimule é algo que o motiva a aprender e associar conhecimento.

Ainda segundo Freire (1999), no nível superior, o aluno tem uma imensa base de conhecimento acumulada nos seus quase vinte anos de vida estudantil, tal base, aliada a estímulos cotidianos e experiências de vida, geram muito conhecimento de diversas áreas.

Com as indagações e estímulos corretos, a sede de conhecimento é algo motivador e transformador de uma mente. Uma vez que ela conseguirá entender e associar conhecimentos de diversas áreas para inovar. Porém, os métodos já citados não promovem esse estímulo.

De acordo Fernandes e colaboradores (2003), a graduação de nível superior dura em média 5 anos, uma parcela de tempo significativamente curta em relação a parcela inicial e a futura parcela profissional, ou seja, o ensino superior deve agir como um catalisador, que estimulará o aprendizado. Logo, pode ser necessária uma mudança de métodos e quebra de paradigmas da visão do professor, que atua com os métodos tradicionais, quanto ao ensino.

Na Figura 1, pode-se identificar e quantificar a parcela catalisadora do ensino universitário, que tem grande importância para a próxima fase, a vida profissional. Nota-se a proporção em anos entre as fases do aprendizado na vida.

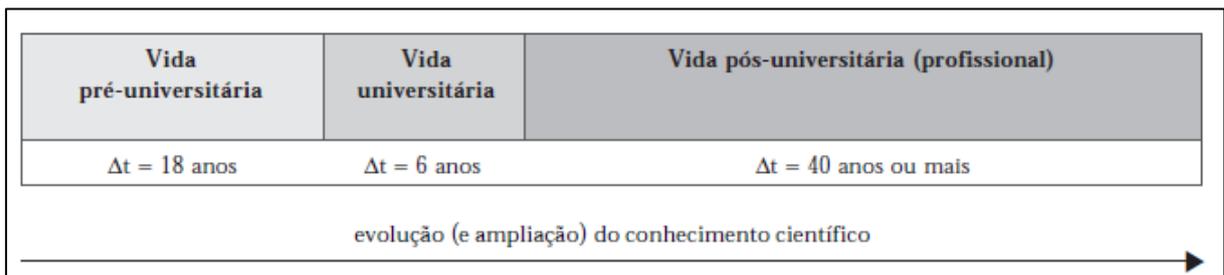


Figura 1 - Tempo, educação e trabalho: o caso do ensino  
Fonte: MITRE *et al.*, (2008).

Ainda segundo estes autores, o aprender a aprender na formação dos profissionais deve compreender o aprender a conhecer, o aprender a fazer, o aprender a conviver e o aprender a ser, garantindo a integralidade da atenção à atividade a ser executada com qualidade, eficiência e resolutividade. Então, as abordagens pedagógicas progressivas de ensino e aprendizagem vêm sendo construídas de modo que implicam em constituir profissionais como pessoas e não como robôs, formam sujeitos sociais com competências éticas, políticas e técnicas e dotados de conhecimento, raciocínio, crítica, responsabilidade e sensibilidade para as questões da vida e da sociedade, capacitando-os para intervirem em contextos de incertezas e complexidades, diferente das formações que apenas constituem um trabalhador mecanicista de atividades diárias. Essa quebra de paradigmas do método de ensino vem sendo feita através da implantação de metodologias ativas de ensino, uma vez que

como já mencionado anteriormente, a metodologia deve ser modificada para melhor instigar e estimular os alunos. As metodologias ativas estão ancoradas na autonomia (FREIRE, 2006).

Conforme Freire (1994), essa autonomia só existe de uma relação dialética na qual os envolvidos se reconhecem mutuamente, de modo a não haver hierarquia entre docentes e discentes, na medida em que as duas partes interagem e entendem que, apesar das diferenças, não se reduzem apenas à condição de educador e educando, mas sim de trocadores de conhecimento.

Freire (2006) declara que essa autonomia entendida só é obtida no momento em que docente e discente têm consciência de suas limitações e potencialidades e, em conjunto, trabalham para melhorar os conhecimentos. Visando que ao se ensinar muito se aprende, pois, ensinar não é uma via de mão única, mas sim uma troca constante de informações.

Junto a autonomia, é muito importante ter didática, segundo Aurélio (1999), didática é arte de ensinar; o procedimento pelo qual o mundo da experiência e da cultura é transmitido pelo docente ao discente, nas instituições especializadas. Conjunto de teorias e técnicas relativas à transmissão do conhecimento.

O termo didática deriva do grego *didaktiké*, que tem o significado de arte do ensinar. Seu uso difundiu-se com o aparecimento da obra de Jan Amos Comenius (1592 – 1670, *Didactica Magna*, ou Tratado da arte universal de ensinar tudo a todos, publicada em 1657. Nos dias atuais, deparamo-nos com muitas definições diferentes de didática, mas quase todas apresentam-se como ciência, técnica ou arte de ensinar. (NOGUEIRA E OLIVEIRA, 2011, p.5).

Uma definição obtida em dicionário vê-se como “parte da Pedagogia que trata dos preceitos científicos que orientam a atividade educativa de modo a torná-la mais eficiente” (HOUAISS, 2001). Com efeito, a Pedagogia é reconhecida tradicionalmente como a arte e a ciência de ensinar. Para Masetto (1977), didática é a análise do processo de ensino-aprendizagem em sala de aula e de seus resultados aplicados e surge, segundo Libaneo (1994), os adultos realizam grande influência na aprendizagem de crianças e jovens através da direção deliberada e planejada do ensino, ao contrário das formas de intervenção mais ou menos espontâneas de antes.

As preocupações básicas desses docentes por sua vez, muitas vezes são expressadas com indagações; “Quais as expectativas dos alunos?”, “Em que medida determinado

aprendizado poderá ser significativo para eles?”, “Quais as estratégias mais adequadas para facilitar seu aprendizado?” (NOGUEIRA & OLIVEIRA, 2011).

O fato que ocorre é que grande parte dos professores universitários ainda vê o ensino principalmente como transmissão de conhecimento através das aulas expositivas. Muitos estão certamente atentos às inovações pedagógicas, sobretudo no referente à tecnologia material de ensino, mas muitos outros mantêm uma atitude conservadora.

Uma das principais questões relacionadas à atuação do professor universitário refere-se à relação entre ensino e aprendizagem. Trata-se de um assunto bastante polêmico. Para Abreu e Masetto (1990), uma das mais importantes opções feitas pelo professor dá-se entre o ensino que ministra ao aluno e a aprendizagem que este adquire. Muitas críticas, no entanto, têm sido feitas à postura dos professores que conferem maior ênfase ao ensino como apresentado por Freire (2007).

A metodologia ativa de ensino-aprendizagem é uma concepção educativa que estimula processos construtivos de ação-reflexão-ação (FREIRE, 2007), em que o estudante tem uma postura ativa em relação ao seu aprendizado numa situação prática de experiências, por meio de problemas que lhe sejam desafiantes e lhe permitam pesquisar e descobrir soluções, aplicáveis à realidade. Esses princípios são norteados pelo método da problematização, com base no Arco de Maguerez (Figura 2) e na aprendizagem baseada em problemas (ABP).

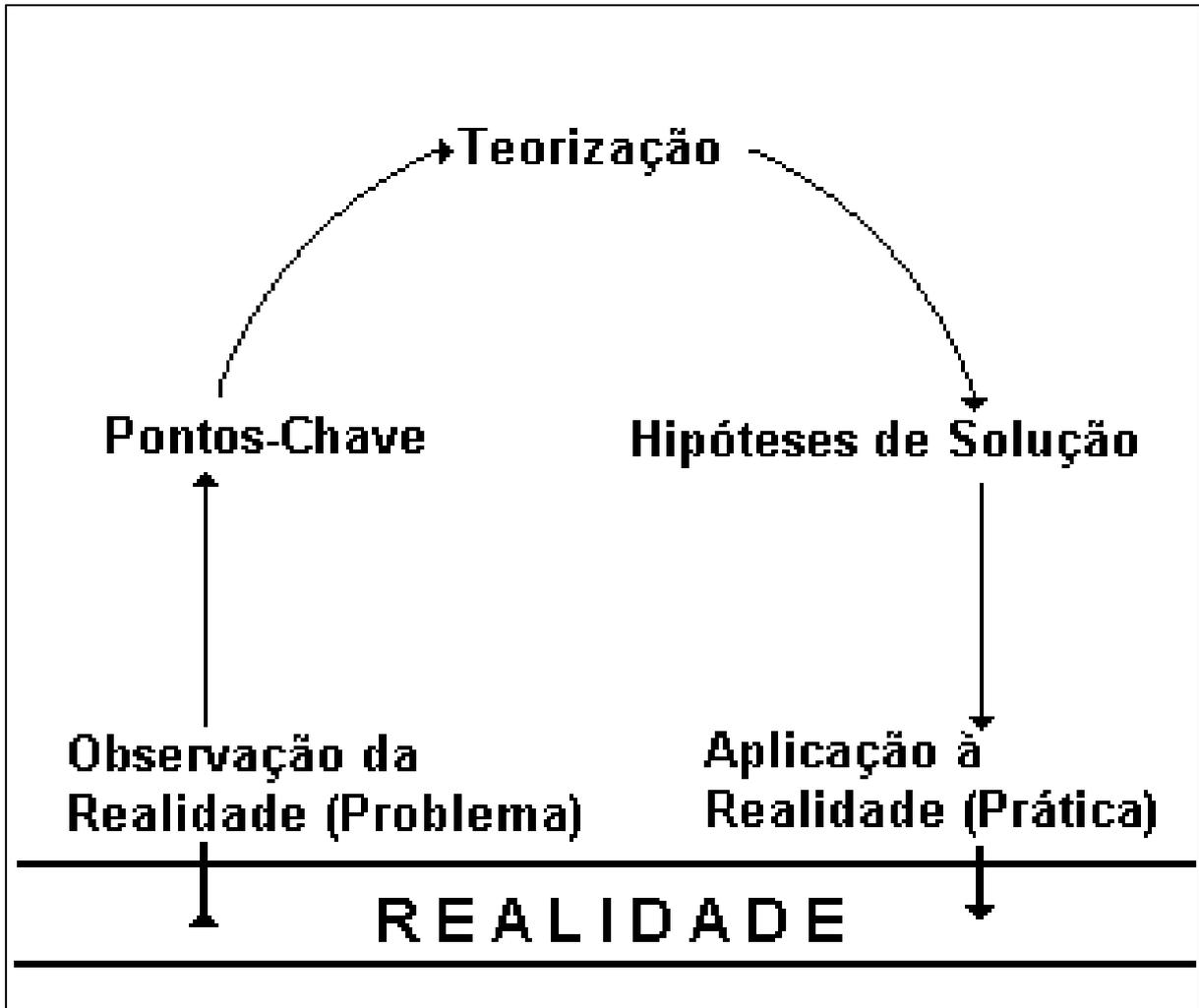


Figura 2 - Arco de Maguerez  
 Fonte: Bordenave & Pereira, 2008.

Através da Figura 2 é possível verificar o processo lógico que é adotado pela metodologia ativa de aprendizagem-ensino, onde tem a apresentação do problema, o levantamento dos pontos chave, inserção na teoria, geração de supostas soluções e a resolução do problema com a execução da prática.

As mudanças curriculares pressupõem a passagem da disciplinaridade para a interdisciplinaridade, além de apresentar novas estratégias de ensino-aprendizagem, como as metodologias ativas, consideradas um novo desafio para a formação de professores do futuro (ARAÚJO & SASTRE, 2009).

Ressalta-se ainda que, tão importante quanto *pensar* no que está fazendo, é *sentir* o que está fazendo. A participação dos sentimentos deve ser vista como um fator relevante na fixação do conhecimento. Podemos dizer que o bom *humor*, a boa *disposição* e a *alegria* são os lubrificantes das engrenagens do entendimento e da aprendizagem (SHAH; NIHALANI, 2012).

### 2.3 Melhoria de Ensino

O processo ensino-aprendizagem é complexo e subjetivo, uma vez que apresenta um caráter dinâmico e não acontece de forma linear ou constante como uma somatória de conteúdos acrescidos aos anteriormente ao longo das diversas séries da vida acadêmica. (SANTOS, 2005; CYRINO, 2004).

Exige-se ações direcionadas para que o discente se sinta instigado a aprofundar e ampliar os significados elaborados mediante sua participação, enquanto requer do docente o exercício permanente do trabalho reflexivo, da disponibilidade para o acompanhamento e orientação dos discentes, da pesquisa para melhoria de pontos falhos e do cuidado em não desmerecer ou ignorar nenhuma deficiência de aprendizado, que pressupõe a emergência de situações imprevistas e desconhecidas, uma vez que cada aluno reage de um modo à transmissão do conhecimento e requer um estímulo diferenciado (MILTRE, 2006).

Araújo (2011) resume a situação atual na necessidade de reinventar a educação, tendo em vista que o modelo tradicional de escola, consolidado no século XIX, “tem agora, também, de dar conta das demandas e necessidades de uma sociedade democrática, inclusiva, permeada pelas diferenças e pautada no conhecimento inter, multi e transdisciplinar, com a que vivemos neste início de século 21”.

O ato de ensinar-aprender deve ser um conjunto de atividades articuladas, nas quais esses diferentes envolvidos compartilham, cada vez mais, parcelas de responsabilidade e comprometimento. Para isso, é essencial, disciplina e humildade para a superação da concepção de uma via de mão única, na qual um faz o docente faz depósito de conteúdos aos discente, ao passo que o discente é obrigado a memorizá-los, ou da prática licenciosa, sem limite, aleatória de docentes entregues a si mesmo e à própria sorte, num vazão de quem faz e desfaz a seu gosto. A educação possibilita uma imensa liberdade de meios e métodos para a transmissão do conhecimento pretendido, pois então ao se utilizar de modo proveitoso essa liberdade ela se torna uma prática política, reflexiva e capaz de produzir uma nova lógica na compreensão do mundo: crítica, criativa, responsável e comprometida (FREIRE, 1994; FREIRE, 1997).

A melhoria pode ser através do uso de recursos tecnológicos, tais como computadores, projetores, programas simuladores, dinâmicas inovadoras, experiências técnicas e laboratoriais e não só ensino técnico.

As indagações que instigam o pensar possibilitam a formação crítica e transformadora dos alunos sob influxo de uma educação libertadora (ativa) versus uma educação bancária (passiva), na qual os conhecimentos são transmitidos somente pelo professor. A educação libertadora é uma atividade em que os responsáveis, educadores e educandos, mediatizados pelo mundo, compartilham seus saberes e educam se completam (FREIRE, 2006).

Ainda em Freire (2006), educar é o ato de conhecer a realidade concreta, das situações vividas, um processo de aproximação crítica da própria realidade que possibilita ao educando compreender, refletir, criticar e agir sobre o mundo em que vive. Tendo então uma visão própria de diversas áreas que pode complementar e instigar seus novos aprendizados.

Alguns pontos chaves, para Mello (2007), são:

- A necessidade de que o aluno tenha participação ativa no processo ensino-aprendizagem;
- Cada atividade tem um potencial pedagógico diferente e limitações específicas;
- Não se pode oferecer uma receita didática, mas apenas conceitos e tipologias;
- Critérios de escolha a serem considerados, conforme pode ser visto na Figura 3.

A Figura 3 mostra que a escolha de atividades didáticas envolve várias áreas, desde os objetivos educacionais passando pela experiência do professor e a estrutura do assunto e tipo de aprendizagem envolvido. Neste trabalho, denota-se que o tempo disponível em sala e as contribuições e limitações das atividades de ensino são os fatores limitantes.



Figura 3 – Diagrama para escolha de atividades.  
Fonte: MELLO, (2007).

Deste modo, será necessário que as políticas educacionais e institucionais proporcionem cenários de aprendizagem por meio de abordagens inovadoras, com enfoque construtivista.

Segundo Pogré e Lombardi (2006), compreender é pensar e agir com flexibilidade em qualquer circunstância, a partir do que se sabe acerca de algo.

Para a utilização da metodologia EpC, deve-se verificar quatro níveis de qualidade da compreensão e entendimento dos estudantes na produção dos conhecimentos e na capacidade de dominar e usar os conhecimentos que são valorizados por sua cultura (WISKE,2007):

1. **Ingênua:** Quando os alunos não demonstram sinais de estar de posse daquilo que sabem, é um conhecimento do senso comum ou estereotipado, fundamenta-se em conhecimento intuitivo.
2. **Principiante:** Quando estão fundamentados em conceitos básicos e por mecanismos de teste e escolarização baseados em procedimentos descritivos, fundamentados no conhecimento mecânico passo a passo.
3. **Aprendiz:** Quando se fundamentam no uso flexível do conhecimento e modo de pensar disciplinar.

4. **Avançada:** Quando são integradores, criativos e críticos, pois são capazes de transitar com flexibilidade entre as dimensões, de relacionar, usar e conectar conhecimentos aprendidos para reinterpretar o mundo à sua volta e atuar nele. Possuem pensamento e compreensão meta-disciplinar.

Uma melhoria clara poderia ser a mudança do método tradicional, (passivo) para um método de Ensino para Compreensão (EpC). O marco conceitual do EpC teve origem no Projeto Zero, liderado pelos principais pesquisadores David Perkins, Howard Gardner e Vito Perrone, do programa de formação de educadores da Universidade de Harvard, que pesquisavam sobre a cognição humana a respeito de vários domínios, para aplicarem a respeito da melhoria da reflexão, do ensino e da aprendizagem em diferentes cenários educacionais. Para estes investigadores, as instituições de ensino que criam ambientes de relações de cooperação são vistas como instituições que favorecem a cultura da mudança com currículos flexíveis e educação continuada (FREIRE, 2006).

Wiske (2007) explica que o EpC, aos poucos surge como referência no Brasil contribuindo para o processo de ensino e aprendizagem como uma abordagem contemporânea construtivista. Vem surgindo como uma forte melhoria do ensino prático.

O marco conceitual do EpC fundamenta-se em quatro pontos chave por Wiske (2007):

1. **Tópicos geradores:** Referem-se a um tópico gerador acessível e interessante para os estudantes, motivando os a aprender e correlacionar às suas experiências de vida, a partir de diferentes perspectivas e diversidades culturais e com materiais e recursos variados;
2. **Metas de compreensão:** É o que se espera que o aluno venha a compreender ao planejar as atividades de desempenho de compreensão em uma aula ou atividade em sala. Definem-se metas de compreensão relativas a quatro dimensões necessárias a atingir: conhecimento, métodos, objetivos e formas de expressão;
3. **Desempenhos de compreensão:** Se relacionam à capacidade e à tendência de utilizar o que já se aprendeu em outros momentos, para operar no mundo, de maneira inovadora e criativa, demonstrando claramente o entendimento de importantes metas de compreensão dos estudantes. Ou seja, os desempenhos devem incluir a explicação, interpretação, análise, relações, comparações, dinâmicas e analogias;

4. **Avaliação contínua:** Refere-se à auto-avaliação de seu desempenho em seu processo de aprendizagem e avaliação crítica dos demais. A avaliação deve ser feita quanto aos desempenhos de compreensão significativa, com base nas metas de compreensão. Refere-se, também, à avaliação compartilhada entre professor e alunos de forma a contribuir-se forma constante no aprendizado.

Contudo o este método obriga que o professor também se atualize continuamente, pois necessita de tempos em tempos rever seus objetivos, estratégias e procedimentos, para reiniciar com um novo grupo e acompanhar o avanço tecnológico e científico de maneira globalizada. O papel do marco teórico do EpC é estimular o professor a ser reflexivo na articulação de sua prática educativa (LUCKESI, 2004).

Neste contexto, com a mudança de metodologia de ensino, ao EpC contempla os objetivos educacionais: aprendizagem ativa, aprendizagem integrada, aprendizagem cumulativa, aprendizagem para a compreensão no ensino superior e na pós-graduação *lato* e *stricto sensu*, pois contribui para a formação conceitual e investigativa do futuro pesquisador (RIBEIRO, 2008).

## **2.4 Disciplinas na Engenharia Mecânica (Sistemas Térmicos e Combustão)**

No curso de Engenharia Mecânica da UFOP as disciplinas Sistemas Térmicos e Combustão são obrigatória e eletiva, respectivamente (COLEGIADO ENGENHARIA MECANICA, 2009).

Na disciplina Sistemas Térmicos são estudadas as trocas térmicas de sistemas térmicos, dimensionamento e solução de problemas envolvendo trocadores de calor de diversos tipos, caldeiras, turbinas a vapor e a gás, motores a combustão interna em ciclo Otto e ciclo Diesel (COLEGIADO ENGENHARIA MECANICA, 2009).

No tópico de trocadores de calor, analisa-se o tipo, dimensionamento, rendimento, aplicação, análise de trocadores de calor de acordo com sua utilização, espaço disponível, custo, melhorias possíveis de aplicar, entre outros fatores (COLEGIADO ENGENHARIA MECANICA, 2009).

No tópico turbinas a vapor estuda-se os tipos de turbinas a vapor, aplicação, rendimento, descoberta de temperaturas reais para correto dimensionamento de acordo com o tipo de fluido disponível (COLEGIADO ENGENHARIA MECANICA, 2009).

No tópico turbinas a gás analisa-se os tipos de turbinas a gás, dimensionamento, aplicação, rendimento, descoberta de temperaturas para correto dimensionamento, utilização de modelos compatíveis (COLEGIADO ENGENHARIA MECANICA, 2009).

No tópico motores a combustão interna são estudados os tipos de ciclo, Otto e Diesel, dimensionamento, aplicação, rendimento, comparação de eficiência entre combustíveis (COLEGIADO ENGENHARIA MECANICA, 2009).

Na disciplina Combustão verificam-se os fatores para uma combustão estequiométrica, mistura pobre ou rica, análise da combustão, análise dos resíduos da combustão, técnicas utilizadas para a análise da mistura, fatores que contribuem para uma queima perfeita, isso em motores a combustão interna e turbinas a gás. Com base na técnica de queima e injeção de combustível utilizada, identificam-se as consequências de um processo errado, avarias, meios de melhoria e modificação do projeto. Analisa-se as técnicas de injeção de combustível em diversas geometrias de combustão, meios de queima e combustível utilizado (COLEGIADO ENGENHARIA MECANICA, 2009).

## **2.5 *Mock Up (Motor Vivo)***

As máquinas térmicas foram as grandes responsáveis pela criação do motor de combustão interna, pois foram a partir dessas máquinas que surgiram as ideias iniciais de transformar a energia do calor (química) em energia mecânica (cinética). O início de desenvolvimento dessas máquinas deu-se no século XII, quando em 1665 foi construída pelos jesuítas franceses Ferdinand Verbeist e Philippe Marie Grimaldi na China a primeira máquina a vapor (FLINK, 1990). Posteriormente, outras ideias vieram revolucionar a tecnologia, tais como: a queima da pólvora para tentar obter um movimento retilíneo e linear de um pistão no interior de um cilindro, a substituição do vapor d'água por ar quente para melhorar a eficiência do motor e por fim com a exploração do petróleo, a substituição dos combustíveis gasosos pelo combustível líquido (CAMARA, 2006).

Os motores térmicos transformam a energia calorífica (química) dos combustíveis em energia mecânica (cinética) que aparece como trabalho do eixo da árvore de manivelas. Esta transformação se obtém por uma mudança de estado (vaporização), de volume (compressão) e de temperatura (combustão). Os motores térmicos se classificam em duas categorias principais: de combustão externa e de combustão interna.

Segundo Millor (2002), em 1862 o físico francês Aphonse Beau de Rochas propôs as condições necessárias para que um motor de combustão interna, de quatro tempos (admissão, compressão, explosão e escape), funcionasse com a máxima de economia utilizando combustíveis derivados do petróleo. Rochas retratou, a sequência de eventos, por meio da qual a economia e a eficiência poderiam ser conseguidas. Essa sequência, que totalizava quatro tempos é em síntese, o que hoje ocorre basicamente em todo motor de Ignição por Centelha Elétrica (ICE), sendo com carburador ou injeção eletrônica. Porém, Rochas não chegou a construir motor nenhum, tendo apenas teorizado a formulação das condições de funcionamento econômico conforme havia imaginado.

O motor foi construído experimentalmente em 1872, mas só foi realizado propriamente em 1876 por Nikolaus Otto, que foi inclusive quem determinou o ciclo teórico sob o qual trabalha o motor ICE. A firma alemã Otto und Langen passou a fabricar os motores de combustão interna de quatro tempos, com pistões móveis, ligados a um virabrequim, logo este tipo de motor passou a se chamar popularmente de motor Otto (MILLOR, 2002).

O foco desse trabalho será no motor de combustão interna, no qual a explosão acontece no interior da câmara de combustão. Os motores a álcool ou gasolina são compostos basicamente por um pistão, ligado a uma biela que está ligada ao virabrequim (árvore de manivelas) e uma câmara de combustão que possui válvulas de admissão e escape, um cilindro e uma vela de ignição. Uma sequência de quatro movimentos do pistão no cilindro completa um ciclo, ou seja, duas revoluções do eixo. Esse ciclo foi aplicado por Nikolaus Otto, em 1876, e por isso também são chamados de “motor de 4 tempos” ou “motor Otto” (ADLER *et al*, 1993; HEYWOOD, 1998; VAN BASSHUYSEN *et al*, 2004)

O motor a combustão interna é muito utilizado comercialmente em veículos e utilitários, por seu rendimento, manutenção, custo e aplicabilidade de utilização. Facilmente pode-se utilizar etanol, gasolina, ou a mistura destes para seu funcionamento, quanto a aplicação, pode ser empregado como gerador de energia elétrica, além da utilização comum

em veículos. Seu custo de manutenção é interessante por causa da difusão de marcas comerciais de carros, onde se tem então, devido ao emprego automotivo facilidade de encontrar suas peças e literatura de reparo. Sua evolução quanto ao combustível, se dá devido à necessidade sustentável e de adequação às normas vigentes quanto à poluição emitida pelos mesmos durante seu funcionamento. Para isso utiliza-se injeção indireta de combustível, injeção direta de combustível, altas taxas de compressão, sobrealimentação de ar, mudanças para combustíveis alternativos entre outros artifícios disponíveis para estudos e evolução (BRUNETTI *et al.*, 2012).

Segundo Schützer (2002), a utilização de sistemas virtuais para o desenvolvimento e teste de novos produtos tem sido uma crescente demanda, devido a sempre estar se objetivando a redução de custos. Como a construção de protótipos físicos demanda tempo e recursos financeiros, com isso empresas atualmente estão optando por *Mock Ups* digitais para etapas iniciais de desenvolvimento de seus produtos, que permite a identificação e análise de possíveis erros de projeto, algo que em sistemas físicos reais levariam mais tempo e consumiriam recursos matérias, financeiros e monetários. Empresas como Volkswagen e BMW da Alemanha, que na década de 1990 começaram a desenvolver protótipos baseado em *Mock Ups* digitais. Entretanto, muitas empresas ainda utilizam para testes e desenvolvimento de produtos meios físicos (DAI *et al.*, 1996).

Basicamente, o *Mock Up* trata-se de um motor, com todos os periféricos necessários para o seu funcionamento, simulando exatamente como se estivesse em seu ambiente real de trabalho, ou seja, instalado em um veículo real, porém sem a necessidade da carroceria de um veículo, pneus, bancos, entre outros periféricos desinteressantes ao funcionamento. Essa montagem e acomodação é obtida através da instalação do motor, câmbio, radiador, injeção, tanque, painel de instrumentos, comutador de ignição, imobilizador, catalisador, entre outros sistemas necessários para o funcionamento normal do motor em uma estrutura móvel, em um cavalete.

Inicialmente, o *Mock Up* é meio de aprendizado prático, similar ao real, ou seja, funciona similarmente ao motor no veículo, porém sem a necessidade física de se ter uma carcaça, pneus, vidros, e outros periféricos que para o aprendizado em questão, que são classificados como sobressalentes. Com o *Mock Up* é possível agrupar diversos motores sem a necessidade de um grande espaço físico, pois inicialmente vários carros seriam utilizados para tal tarefa. Além de se ter um custo muito menor em manutenção, reparos, uma vez que só

tem o sistema potência e tração periféricos básicos ao funcionamento a serem mantidos e não um veículo completo, o que resultaria em um custo maior (MACARRÃO & KAMINSKI, 2004).

Também há a facilidade de modificação geométrica e física do motor e periféricos para implementação de testes de novos combustíveis, novos sistemas e até mesmo outros componentes que inicialmente seriam limitados caso se tratasse de um veículo real. Devido a sua não limitação de espaço, por não ter a carroceria do veículo, o *Mock Up* tem então a possibilidade de adição de novos periféricos para experimentos e testes de estudo, além da facilidade de montagem e desmontagem dos sistemas. Macarrão e Kaminski (2004) afirmam que as necessidades de avaliações e testes variam de acordo com a fase de desenvolvimento em que se encontra o veículo. O que facilita então sua manutenção, reparabilidade, manutenção, utilização para os diversos fins em disciplinas da graduação e pós-graduação. Sendo assim, após a análise de benefícios e facilidades, o *Mock Up* cumpre com seu papel de metodologia ativa de aprendizado e enriquecimento de didática.

Conforme pode ser visualizado nas Figura 4 a Figura 7.



Figura 4 - *Mock Up* Diesel SENAI Bauru  
Fonte: Pesquisa direta, 2017.

A Figura 4 nos mostra dois *Mock Up*'s do SENAI Bauru, onde pode se ter a noção de espaço e a montagem após a finalização do mesmo.



Figura 5 - *Mock Up* T-Jet SENAI Bauru  
Fonte: Pesquisa direta, 2017



Figura 6 - *Mock Up* TetraFuel 1 SENAI Bauru  
Fonte: Pesquisa direta, 2017

As Figura 5 e Figura 6 mostram como ficará após a montagem do *Mock Up* do motor do TetraFuel e do T-Jet, de modo a visualizar a forma compacta do produto final.



Figura 7 - *Mock Up* TetraFuel 2 SENAI Bauru  
Fonte: Pesquisa direta, 2017

A Figura 7 mostra outra possível diagramação do motor no cavalete, uma vez que o conjunto de peças pode ser diferente de acordo com os anos de lançamento.

## 2.6 Estatística Descritiva

O campo de estatística lida com a coleta, apresentação, análise e uso dos dados para tomar decisões, resolver problemas e planejar produtos e processos (MONTGOMERY, 2009). Isto demonstra sua utilidade para avaliar os dados obtidos através dos questionários aplicados, afim de compreender as variabilidades encontradas nos resultados. Para tentar depreender dos dados informações a respeito do fenômeno sob estudo, é preciso aplicar alguma técnica que nos permita resumir aquela informação daquele particular conjunto de valores (MAGALHÃES, 2004). Sendo assim, o uso do software Microsoft Excel® corresponde a importante ferramenta para o tratamento estatístico dos dados. Através desta prática é possível sintetizar os dados em características que descrevam o comportamento do grupo de estudantes entrevistados.

Os dados foram observados sobre as seguintes características: Média, erro padrão, mediana, moda, desvio padrão, variância da amostra, curtose, assimetria, intervalo, mínimo, máximo, soma, contagem e nível de confiança.

Será definida cada característica estudada:

- A média de uma variável aleatória  $X$  é uma média ponderada dos valores possíveis de  $X$  (MONTGOMERY, 2009), correspondendo ao centro da amostra. Neste estudo foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\mu = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad \therefore \quad \mu = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (1)$$

- Erro padrão é quando o valor numérico ou estimativa de um parâmetro é reportado, geralmente é desejável dar alguma ideia da precisão da estimação (MONTGOMERY, 2009). Assim, o erro padrão apresenta o quão precisa está a amostra. Estimado pela fórmula:

$$\sigma_x = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (2)$$

- Mediana corresponde a demonstração do valor central entre a amostra de dados (MAGALHÃES, 2004).

$$M_d = \frac{(n+1)}{2} \quad \text{impar} \quad (3)$$

$$M_d = \frac{(n)}{2} \quad \text{par} \quad (4)$$

- Moda é o valor (ou valores) da variável que tem maior probabilidade de ocorrência, representando-a por  $M_o$ , (MAGALHÃES, 2004) tem-se:

$$P(x = M_o) = \max(p_1, p_2, \dots) \quad (5)$$

- Desvio padrão é uma medida de dispersão e o seu valor reflete a variabilidade das observações em relação à média (LUNET, 2006).

$$S = \sqrt{S^2} \quad (6)$$

- A variância de uma variável  $X$  é uma medida da dispersão ou espalhamento nos valores possíveis para  $x$  (MONTGOMERY, 2009). Obtida através da seguinte fórmula:

$$S^2 = \mu^2 \quad (7)$$

- Intervalo demonstra qual um intervalo de dados plausíveis dentro da amostra de estudo, sendo os limites relacionados como máximo e mínimo.
- Soma
- Contagem
- Nível de confiança é utilizado pelos princípios probabilísticos afim de reconhecer o intervalo utilizado como aquele que contém valores representativos do estudo. Para um maior nível de confiança existirá um maior intervalo de dados.
- Curtose é o grau de achatamento (ou afilamento) de uma distribuição em comparação com uma distribuição padrão, chamada curva normal (Correa, 2003). De acordo com o grau de curtose, classificamos três tipos de curvas de frequência:

*Mesocúrtica*: é uma curva básica de referência chamada curva padrão ou curva normal de acordo com Correa (2003). Está apresentada na Figura 8.

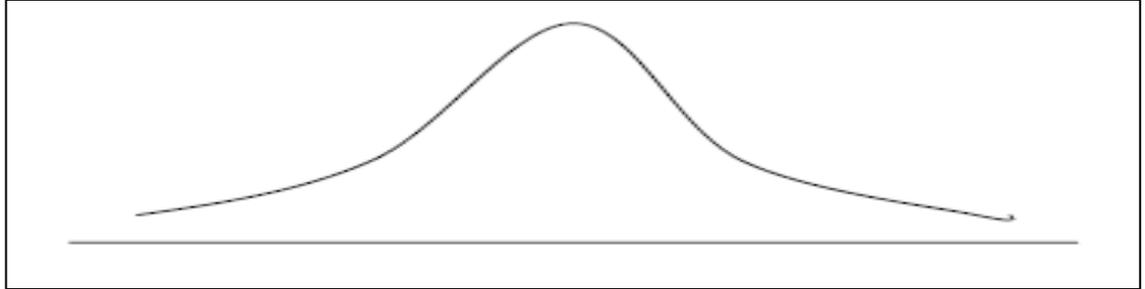


Figura 8 - Curva Mesocúrtica  
Fonte: CORREA, (2003, p. 63)

Na Figura 8 é possível visualizar uma curva da curtose mesocúrtica, onde nota-se que a mesma tem o pico centralizado.

*Platicúrtica*, apresentada por Correa (2003), é uma curva mais achatada (ou mais aberta) que a curva normal e demonstrada na Figura 9

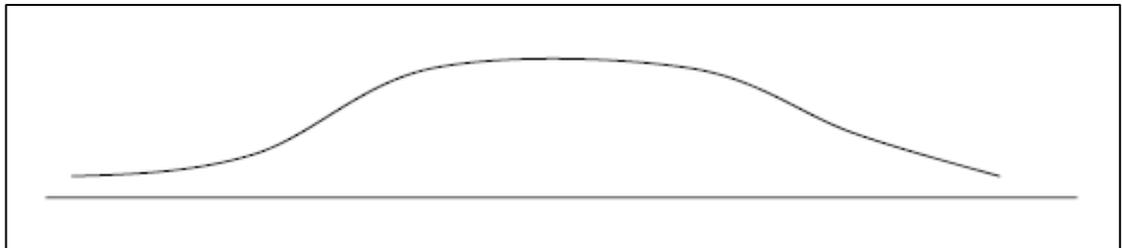


Figura 9 - Curva Platicúrtica  
Fonte: CORREA, (2003, p. 64)

Na Figura 9 é possível visualizar uma curva da curtose platicúrtica, onde nota-se que a mesma tem o pico mais achatado.

*Leptocúrtica*: é uma curva mais afilada que a curva normal (CORREA, 2003). Conforme apresentada na Figura 10

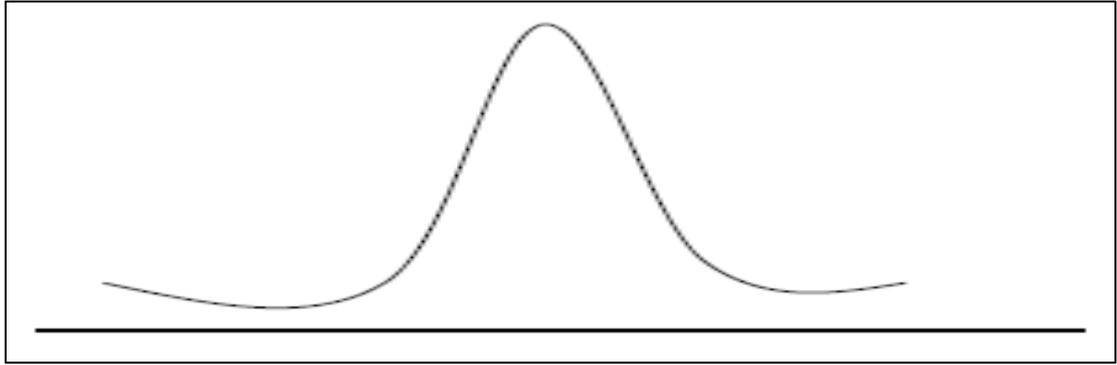


Figura 10 - Curva Leptocúrtica  
Fonte: CORREA, (2003, p. 64)

Na Figura 10 é possível visualizar uma curva da curtose leptocúrtica, onde nota-se que a mesma tem uma forma semelhante à curva normal, porém com o pico mais alto e fino.

- Assimetria é dado como o grau de afastamento de uma distribuição da unidade de simetria. Toda distribuição deformada é sempre assimétrica (CORREA, 2003). Entretanto, a assimetria pode dar-se na cauda esquerda ou na direita da curva de frequências.

### Assimetria à direita (ou positiva)

$$M_o < M_d < \bar{X} \quad (8)$$

Na Figura 11 é apresentada uma curva que atende ao critério de assimetria à direita.

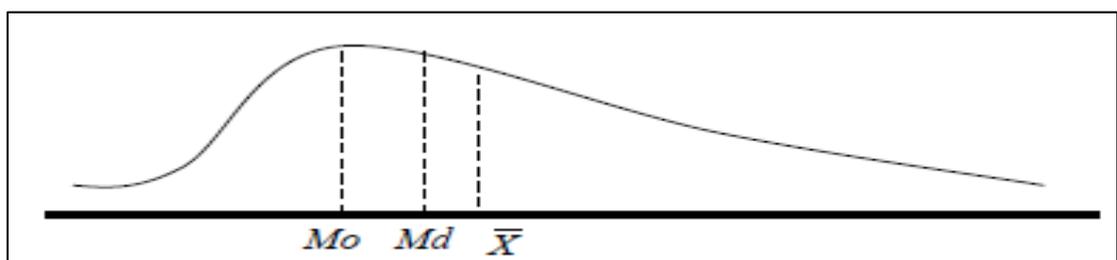


Figura 11 - Gráfico de assimetria à direita  
Fonte: CORREA, (2003, p. 62)

A Figura 11 mostra uma curva que atende ao critério da equação (8), onde pode se perceber uma ligeira assimetria à direita.

### Assimetria à esquerda (ou negativa)

$$\bar{X} < M_d < M_o \quad (9)$$

Na Figura 12 é apresentada uma curva que atende ao critério de assimetria à esquerda.

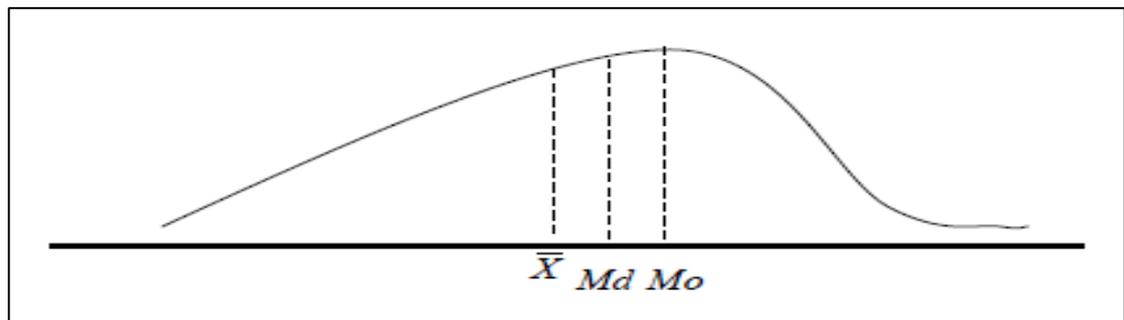


Figura 12 - Gráfico de assimetria à esquerda  
Fonte: CORREA, (2003, p. 62)

A Figura 12 mostra uma curva que atende ao critério da equação (9), onde pode se perceber uma ligeira assimetria à esquerda.

Neste capítulo abordou-se sobre os métodos de ensino, metodologias de aprendizagem, melhorias do ensino, realidade do curso de engenharia, *Mock Up* e estatística descritiva, de modo a conceituar diversos temas a serem utilizados nos próximos capítulos.

No capítulo seguinte, será abordada a metodologia deste trabalho, os tipos de pesquisa, os meios e materiais utilizados para o desenvolvimento do estudo.

### 3 METODOLOGIA

Este capítulo abordará informações sobre o estudo, de modo a contextualizar e conceituar todos os métodos necessários para o correto procedimento. Tais como o de tabulação e avaliação. Uma vez que uma metodologia aplicada de forma errônea, pode gerar resultados errados.

#### 3.1 Tipo de pesquisa

Primeiramente é necessário conceituar “ O que é pesquisa? ”, pois esta pergunta abre um leque de possibilidades de maneiras de respostas. Segundo Minayo (1993), pesquisar significa, de forma bem simples e objetiva, procurar respostas para questionamentos propostos, vindo por um prisma mais filosófico, considera-se a pesquisa como “atividade básica das ciências na sua indagação e descoberta da realidade. É uma atitude e uma prática teórica de constante busca que define um processo intrinsecamente inacabado e permanente. É uma atividade de aproximação sucessiva e constante da realidade que nunca se esgota, fazendo uma combinação particular entre teoria e dados”.

De acordo Demo (1996), a pesquisa como atividade cotidiana considerando-a como uma atitude, um “questionamento sistemático crítico e criativo, mais a intervenção competente na realidade, ou o diálogo crítico permanente com a realidade em sentido teórico e prático”.

Para Gil (1999), a pesquisa tem um caráter pragmático, é um processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos.

Lehfeld (1991) afirma que a pesquisa científica é o resultado de um inquérito ou exame minucioso, realizado com o objetivo de resolver um problema, recorrendo a procedimentos científicos. O procedimento de inquisição é algo sistemático e intensivo, tendo como objetivo descobrir e interpretar os fatos que estão inseridos na realidade.

A pesquisa pode ser classificada como:

- **Pesquisa Qualitativa**

Esse tipo de pesquisa não se preocupa com representatividade numérica, mas, sim, com o aprofundamento da compreensão de um grupo social, de uma organização, atividade desenvolvida (GOLDEMBERG, 1997). O mesmo autor afirma também que os pesquisadores que costumam adotar a abordagem qualitativa opõem-se ao pressuposto que defende um modelo unificado de pesquisa para todas as ciências, já que as ciências sociais têm suas especialidades, o que pressupõe uma metodologia própria, diferente das ciências exatas. Sendo assim, os pesquisadores qualitativos recusam o modelo positivista aplicado ao estudo da vida social, uma vez que o pesquisador não pode fazer julgamentos nem permitir que seus preconceitos e crenças contaminem a pesquisa.

Então, a pesquisa qualitativa se preocupa, portanto, com aspectos da realidade que são não quantificados, centralizando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais e não se apegando a dados numéricos.

Para Minayo (2001), a pesquisa qualitativa trabalha com um universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo e subjetivo das relações, dos processos, e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

As características da pesquisa qualitativa da pesquisa qualitativa são principalmente (MINAYO, 2001):

- Objetivação do fenômeno;
- Hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar;
- Observância das diferenças entre o mundo social e o mundo natural;
- Respeito ao caráter interativo entre os objetivos buscados pelos investigadores, suas orientações teóricas e seus dados empíricos;
- Busca de resultados os mais fidedignos possíveis;
- Oposição ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as ciências.

- **Pesquisa Quantitativa**

Esse tipo de pesquisa tem suas raízes no pensamento positivista lógico, tende a enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e os atributos mensuráveis da experiência humana.

Tabela 1 - Comparação dos aspectos dos tipos de pesquisa.

| <b>Aspectos</b>   | <b>Pesquisa Quantitativa</b> | <b>Pesquisa Qualitativa</b> |
|---|------------------------------|-----------------------------|
| Enfoque na interpretação do objetivo                          | Menor                        | Maior                       |
| Importância do contexto do objeto pesquisado                  | Menor                        | Maior                       |
| Proximidade do pesquisador em relação aos fenômenos estudados | Menor                        | Maior                       |
| Alcance de estudo no tempo                                    | Instantâneo                  | Intervalo maior             |
| Quantidade de fonte de dados                                  | Uma                          | Várias                      |
| Ponto de vista do pesquisador                                 | Externo à organização        | Interno à organização       |
| Quadro teórico e hipóteses                                    | Definidas rigorosamente      | Menos estruturadas          |

Fonte: Fonseca, 2002.

Segundo Gil (2007), as pesquisas são classificadas em três tipos de acordo com seus objetivos:

- **Pesquisa Exploratória**

Gil (2007) expõe que este tipo de pesquisa tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torna-lo mais explícito ou construir hipóteses.

A grande maioria dessas pesquisas envolvem (GIL, 2007):

- Levantamento bibliográfico
- Entrevistas com pessoas que tiveram praticas com o problema pesquisado
- Análise de exemplos que estimulem a compreensão.

- **Pesquisa Descritiva**

A pesquisa descritiva exige do investigador uma série de informações sobre o que deseja pesquisar. Esse tipo de estudo pretende descrever os fatos e fenômenos de determinada realidade (TRIVINOS, 1987). São exemplos deste tipo de pesquisa: estudo de caso, análise documental e pesquisa ex-post-facto.

- **Pesquisa Explicativa**

Esse tipo de pesquisa preocupa-se em identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos (GIL, 2007). Ou seja, este tipo de pesquisa explica o porquê das coisas através dos resultados oferecidos. Segundo Gil (2007), uma pesquisa explicativa pode ser a continuação de outra descritiva, posto que a identificação de fatores que determinam um fenômeno exige que este seja suficientemente descrito e detalhado.

Para desenvolver uma pesquisa, é indispensável selecionar o método de pesquisa a utilizar. De acordo com as características, da pesquisa, poderão ser escolhidas as diferentes modalidades de pesquisa, sendo possível aliar o qualitativo ao quantitativo. Para o desenvolvimento da pesquisa, podemos classificá-la quanto aos procedimentos:

- **Pesquisa Experimental**

O estudo experimental segue um planejamento rigoroso. As etapas de pesquisa iniciam pela formulação exata do problema e das hipóteses, que delimitam as variáveis precisas e controladas que atuam no fenômeno estudado (TRIVINOS, 1987). Para Gil (2007), a pesquisa experimental consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.

- **Pesquisa Bibliográfica**

A pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas da internet. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existem, porém, pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura resposta (GERHARDT; SILVEIRA, 2008, pág 35).

- **Pesquisa Documental**

A pesquisa documental trilha os mesmos caminhos da pesquisa bibliográfica, não sendo fácil por vezes distingui-las. A pesquisa bibliográfica utiliza fontes constituídas por material já elaborado, construído basicamente por livros e artigos científicos localizados em bibliotecas. A pesquisa documental recorre a fontes mais diversificadas e dispersas, sem tratamento analítico, tais como: tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, cartas, filmes, fotografias, pinturas, etc (GERHARDT; SILVEIRA, 2008, pág 35).

- **Pesquisa de Campo**

A pesquisa de campo caracteriza-se pelas investigações em que, além da pesquisa bibliográfica e/ou documental. Se realiza coleta de dados junto a pessoas, com o recurso de diferentes tipos de pesquisa (pesquisa-ação, pesquisa *ex-post-facto*, pesquisa participante, etc) (FONSECA, 2002).

Este trabalho tem por objetivo a pesquisa exploratória sobre a implementação da metodologia ativa de ensino através utilização de *Mock Up* nas disciplinas Sistemas Térmicos e Combustão do curso de Engenharia Mecânica da UFOP. Através de uma abordagem qualitativa, devido à necessidade de levantamento de dados obtidos através da aplicação de questionário aos estudantes sobre as necessidades de aulas práticas nas referidas disciplinas. Esta pesquisa experimental permite verificar as reais condições e necessidades vistas pelos estudantes das disciplinas, que tornam estes os principais indicadores. Tendo assim, uma validação das expectativas iniciais e adequação dos métodos a serem aplicados no trabalho. Também uma pesquisa posterior à implementação do método, para constatação da evolução e melhoria da aprendizagem nas referidas disciplinas.

### 3.2 Materiais e métodos

Quanto aos materiais envolvidos para o levantamento de dados, utilizou-se de um questionário para avaliação atual das disciplinas de modo a se ter a visão real do caso em estudo a ser explorado. Também se utilizou questionário para a avaliação posterior a implementação do método de aprendizagem ativa. Através da tabulação dos dados foi possível avaliar as reais necessidades de melhorias, possibilitando então a criação de roteiros para as aulas práticas a fim de se utilizar do melhor modo os *Mock Ups* disponíveis, de melhoria no meio de entendimento do estudo em questão. Com os roteiros e os equipamentos necessários para a prática, tais como o laboratório com scanner automotivo, multímetro, osciloscópio, ferramentas manuais e o *Mock Up*, é possível fazer as medições no multímetro, leituras no scanner automotivo, em cada momento do motor, tais como quando se desliga algum componente (sensor ou atuador). Essa prática é acompanhada e orientada por um técnico ou professor responsável para que não se tenha nenhum acidente ou dano durante a execução. Tal roteiro é direcionado para o fenômeno específico a ser estudado, de modo a levar os alunos a interagirem de modo ativo com a situação problema, o que tende a utilizar mais sentidos, prestar mais atenção, assimilando assim mais detalhes e entendendo melhor o conteúdo em questão. O instrumento de coleta de dados escolhido foi o questionário, que foi aplicado antes da implementação do método e se encontra no anexo (anexo 1).

Após a implementação dos *Mock Ups*, espera-se uma melhoria no entendimento dos alunos a respeito dos sistemas que compõem a ementa das disciplinas citadas anteriormente, para que fosse possível a quantificação dessa melhoria, foi utilizado novamente um questionário para nova verificação como indicador de qualidade, afim de avaliar e quantificar a melhoria. O instrumento de coleta de dados escolhido foi o questionário, que foi aplicado após a implementação do método e se encontra no anexo (anexo 2)

Os métodos aplicados neste trabalho são:

- Elaboração e aplicação dos questionários para levantamento real da situação inicial;
- Acompanhamento das aulas de acordo com os roteiros pré-estabelecidos para utilização dos *Mock Ups*;
- Monitoramento das aulas práticas quanto a dúvidas e questionamentos;

- Verificação das respostas da sala e tabulação das mesmas para quantificação de entendimento;
- Verificação das notas da sala e tabulação das mesmas para quantificação de entendimento;
- Elaboração e aplicação dos questionários para levantamento real da situação final.

### 3.3 Variáveis e Indicadores

Segundo Kerlinger (2003), variável é um elemento representante do conjunto de todos os resultados possíveis de um fenômeno.

Alguns tipos de variáveis:

- **Categórica:** Todos os membros de uma categoria consideradas iguais no que diz respeito àquela variável;
- **Medida:** Algarismos podem ser atribuídos a pessoas diferentes ou objetos diferentes com base na posse de quantidade de alguma propriedade;
- **Manipulação ou experimento:** Designação aleatória dos sujeitos para diferentes grupos de experimentos;
- **Dependente & Independente:** Variável independente é uma variável que supõe influenciar outra variável chamada dependente. Numa pesquisa é – antecedente e consequente.

Tem-se como indicador todos os parâmetros que pode sofrer variação e pode ser quantificado para comparação entre vários momentos da pesquisa. Tem por objetivo, qualificar e analisar a qualidade do método aplicado de modo poder se melhorar caso necessário. Com ele pode-se ver os itens com menores desempenho e maior necessidade de melhoria. Para avaliação do método, serão analisados variáveis e indicadores de desempenho, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Variáveis e Indicadores de desempenho

| Variáveis                   | Indicadores  |
|-----------------------------|--|
| Entendimento dos alunos     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantidade de perguntas feita em sala;</li> <li>• Quantidade de duvidas discutidas dentro e fora de sala;</li> <li>• Reação dos alunos quantos ao desenvolvimento da disciplina;</li> </ul>             |
| Clareza no entendimento     | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhoria das notas do relatório prático;</li> <li>• Melhoria das notas de prova;</li> <li>• Menor quantidade de dúvidas relativas ao desconhecimento do ou falta de imaginação dos sistemas;</li> </ul> |
| Transmissão do conhecimento | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhoria na apresentação dos seminários relativos as matérias das práticas;</li> <li>• Resolução de dúvidas pertinentes à sistemas compostos;</li> </ul>  |

Fonte: Pesquisa direta, 2017.

### 3.4 Instrumentos de coleta de dados

Para o presente trabalho, foram utilizados os seguintes tipos de instrumentos de coleta devido as suas vantagens:

- **Questionário:** Devido a necessidade de levantamento de dados, um modo de ser uniforme, padrão e claro é a utilização do questionário. Tendo a possibilidade também de um pequeno espaço ao aluno para sugestão ou crítica. Além da facilidade de tabulação no Microsoft Excel ®.
- **Observação Direta:** O professor tem como se sensibilizar com o entendimento e ritmo da sala durante as aulas práticas, notando pontos a melhorar e modificar. Porém depende demais da sensibilidade do professor, o que pode ser diferente entre diferentes professores
- **Registros Institucionais:** Devido a existência de várias turmas que cursaram as disciplinas, com os registros institucionais existe a possibilidade de análise

de melhoria final de acordo com as turmas que forem submetidas ao método em questão, podendo assim comparar índice de aprovação, notas de provas, práticas de laboratório, relatórios e apresentação final.

- **Grupo Focal:** Com a possibilidade de conversação durante o curso, sendo em sala de aula ou extra sala de aula, é possível que mudanças sejam programadas ou até mesmo em alguns casos, executadas sem aviso prévio, dependendo das necessidades. Dependendo ampla e irrestritamente do professor ter compreensão para ponderar as críticas e pedidos de mudanças.

### 3.5 Tabulação dos dados

Para tabular os dados do questionário aplicado no início e no final da pesquisa, foi utilizado o Microsoft Excel® de modo a facilitar sua tabulação, além do Microsoft Word® para facilidade de diagramação. Uma vez que ambos são excelentes ferramentas e tem facilidade de acesso. As respostas dos questionários foram tabuladas de modo binário, sendo 0 para “Não” e 1 para “Sim”, convertendo assim as respostas escritas em métodos gráficos para facilidade e imparcialidade nas análises.

### 3.6 Considerações finais do capítulo

Neste capítulo foram apresentadas as ferramentas utilizadas para a concretização desta pesquisa, cujos instrumentos escolhidos, estão de acordo com o objeto proposto na mesma. Tendo sido apresentado a metodologia de EpC, uma vez que se enquadra mais adequadamente à realidade encontrada na instituição e utilizará o *Mock Up* como ferramenta de trabalho ativa do método. No capítulo seguinte, quarto capítulo, apresentar-se-ão as análises dos resultados relativos à primeira parte do questionário que diz respeito às características gerais do uso da metodologia ativa de ensino.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para que fosse possível tabular os dados com êxito nas respostas obtidas de modo satisfatório, utilizou-se uma série de procedimentos para aquisição de dados que posteriormente foram utilizados para quantificação e qualificação dos dados do conhecimento adquirido.

Inicialmente à aula prática, um questionário (Anexo 1) foi aplicado aos alunos do curso de Engenharia Mecânica para quantificar a real situação quanto às necessidades na disciplina Combustão e Sistemas Térmicos. As respostas desse questionário foram tabuladas de modo a serem analisados estatisticamente os valores de respostas de cada pergunta do questionário. Com os dados, há possibilidade de estimar quantitativamente as respostas por operações matemáticas simples e também analisar qualitativamente através das funções estatísticas do programa Microsoft Excel®.

Funções operações matemáticas utilizadas:

- Soma;
- Soma percentual;

Funções estatísticas utilizadas para cada pergunta:

- Média;
- Assimetria;
- Erro padrão;
- Intervalo;
- Mediana;
- Valor Mínimo;
- Moda;
- Valor Máximo;
- Desvio Padrão;
- Soma;
- Variância da Amostra;
- Contagem;
- Curtose;
- Nível de confiança (95%);

Através dos dados gerados pela tabulação dos dados do Anexo 1, foi possível a criação das Figura 13 e Figura 14, onde pode-se notar que existe uma grande quantidade de alunos que não cursaram a disciplina eletiva de Combustão, mas um alto percentual de alunos que fizeram a disciplina Sistemas Térmicos. Através dos valores de Q3 e Q4 denota-se uma outra grande quantidade de alunos que sentiram dificuldades e com o os valores de Q5, tem-se uma grande quantidade de alunos que acreditam que o uso do *Mock-Up* facilitará a assimilação do conhecimento estudado em sala de aula.

E os resultados foram tabulados conforme Tabela 3 e Tabela 4.

Tabela 3 - Dados tabulados do Anexo 1

| Anexo – 1    |           |           |           |           |           |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Numero       | <i>Q1</i> | <i>Q2</i> | <i>Q3</i> | <i>Q4</i> | <i>Q5</i> |
| 1            | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 2            | <b>1</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  |
| 3            | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 4            | <b>1</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 5            | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 6            | <b>1</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 7            | <b>1</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 8            | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 9            | <b>1</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  |
| 10           | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 11           | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 12           | <b>1</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 13           | <b>1</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  |
| 14           | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 15           | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 16           | <b>1</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 17           | <b>1</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  |
| 18           | <b>1</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 19           | <b>1</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 20           | <b>1</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 21           | <b>1</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  |
| 22           | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 23           | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 24           | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 25           | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| <b>Total</b> | <b>20</b> | <b>9</b>  | <b>19</b> | <b>20</b> | <b>24</b> |
| Total %      | 0,800     | 0,360     | 0,760     | 0,800     | 0,960     |

Fonte: Pesquisa direta, 2017.

Tabela 4 - Funções estatísticas do Anexo 1

| Função                     | Q1    | Q2    | Q3    | Q4    | Q5   |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|------|
| Média                      | 0,8   | 0,36  | 0,76  | 0,8   | 0,96 |
| Erro padrão                | 0,081 | 0,097 | 0,087 | 0,081 | 0,04 |
| Mediana                    | 1     | 0     | 1     | 1     | 1    |
| Moda                       | 1     | 0     | 1     | 1     | 1    |
| Desvio padrão              | 0,40  | 0,48  | 0,43  | 0,40  | 0,2  |
| Variância da amostra       | 0,16  | 0,24  | 0,19  | 0,16  | 0,04 |
| Curtose                    | 0,59  | -1,76 | -0,35 | 0,59  | 25   |
| Assimetria                 | -1,59 | 0,62  | -1,29 | -1,59 | -5   |
| Intervalo                  | 1     | 1     | 1     | 1     | 1    |
| Mínimo                     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0    |
| Máximo                     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1    |
| Soma                       | 20    | 9     | 19    | 20    | 24   |
| Contagem                   | 25    | 25    | 25    | 25    | 25   |
| Nível de confiança (95,0%) | 0,16  | 0,20  | 0,17  | 0,16  | 0,08 |

Fonte: Pesquisa direta, 2017.

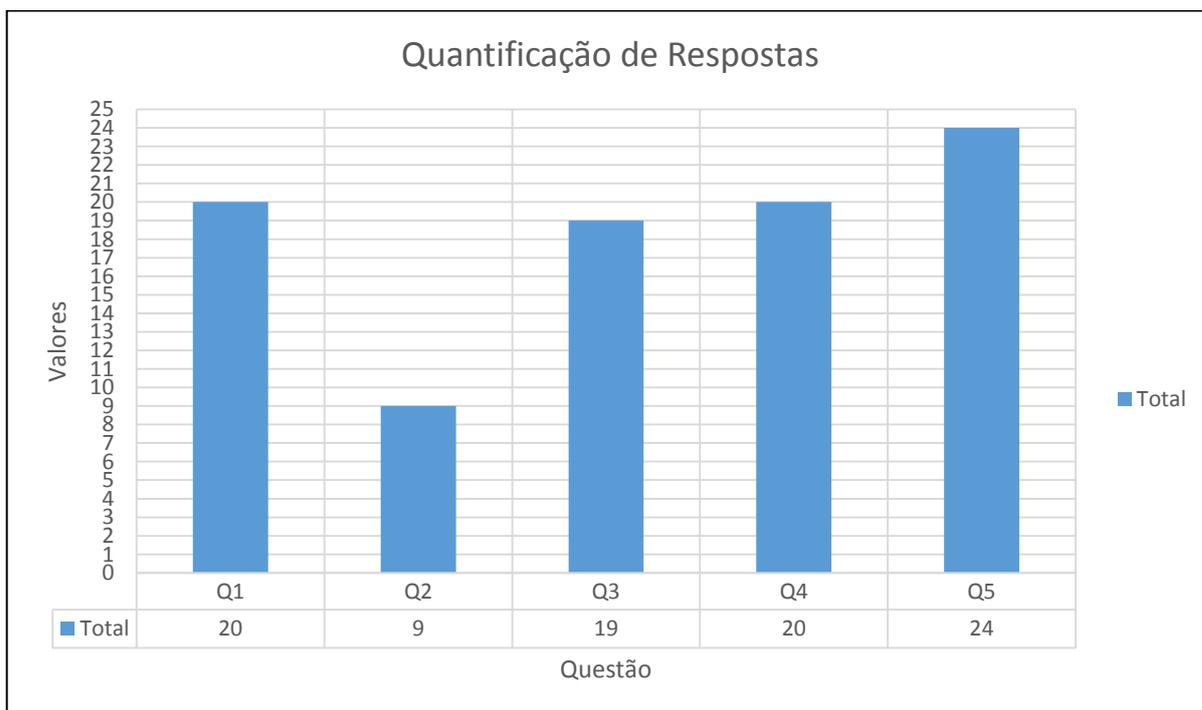


Figura 13 - Soma das repostas positivas de cada pergunta do Anexo 1

Fonte: Pesquisa direta, 2017.

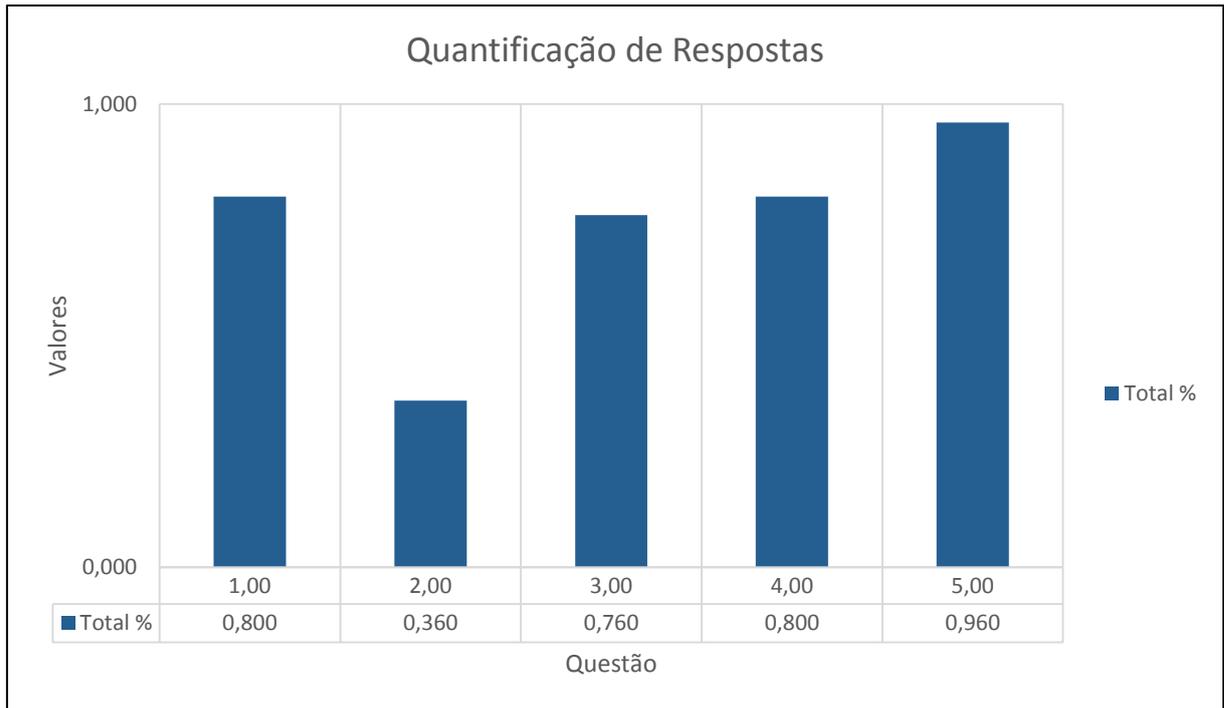


Figura 14 – Soma percentual das respostas positivas de cada pergunta do Anexo 1  
Fonte: Pesquisa direta, 2017.

Com a Figura 14 é possível perceber que Q5, que é a resposta com maior importância, pois se trata do uso do *Mock Up* tem o menor desvio padrão entre as repostas, caracterizando que o uso será de grande valia ao enriquecimento do estudo e aprendizagem, conforme Figura 15.

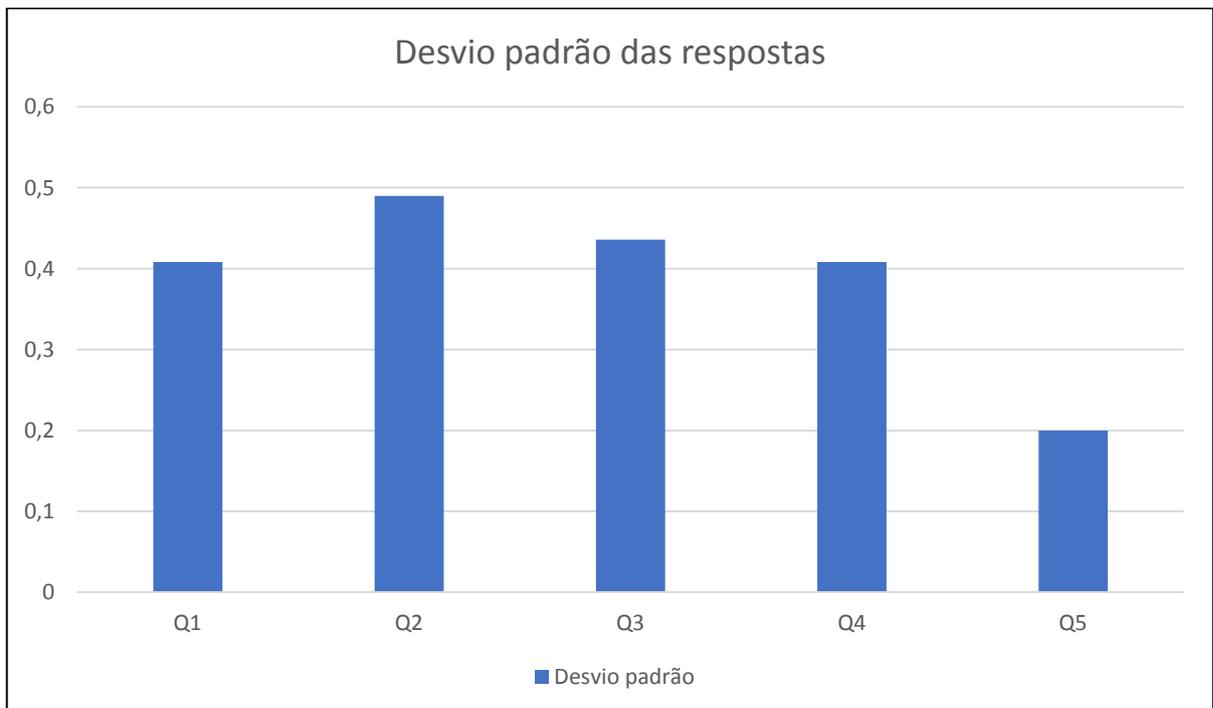


Figura 15 - Desvio padrão das repostas positivas de cada pergunta do Anexo 1  
Fonte: Pesquisa direta, 2017.

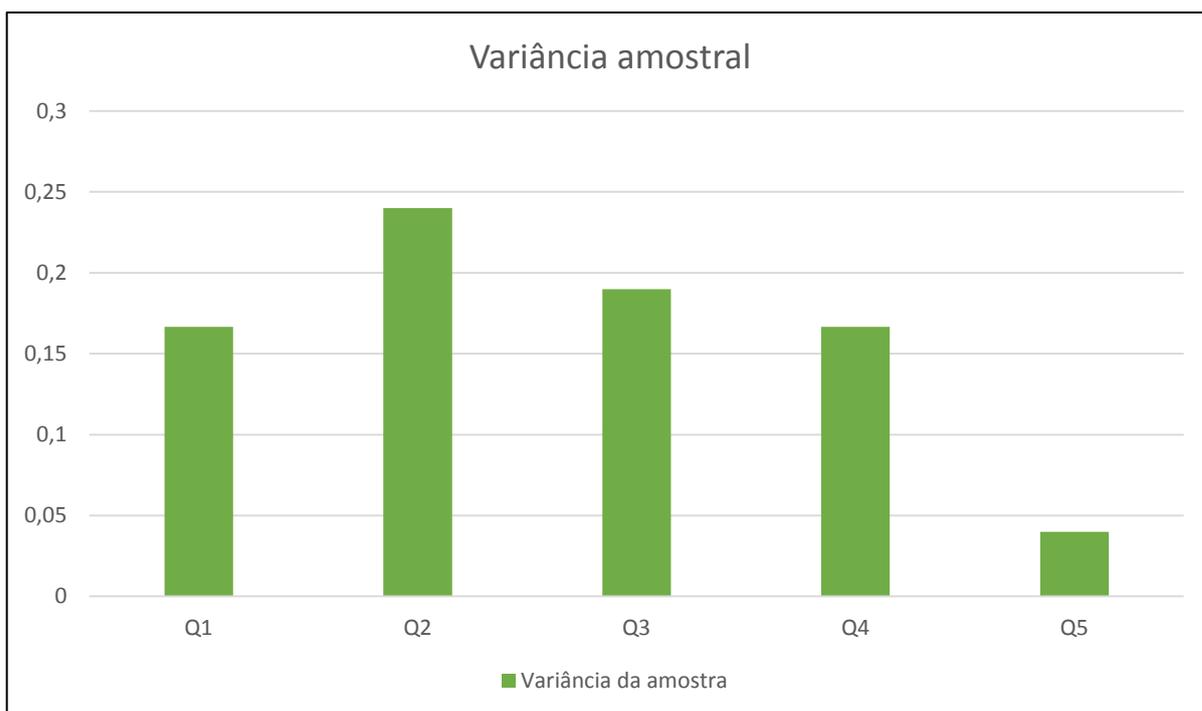


Figura 16 - Variância amostral das repostas positivas de cada pergunta do Anexo 1  
Fonte: Pesquisa direta, 2017.

Novamente analisando-se a Figura 16, a variância amostral de Q5 é a menor, indicando que se tem uma pequena diferença entre as respostas obtidas. Através dos dados da Tabela 4, é possível verificar na Figura 17 que o grau de incerteza para uma confiabilidade das repostas em 95% é baixo, apenas 0,08 de incerteza. O que é muito satisfatório para o estudo.

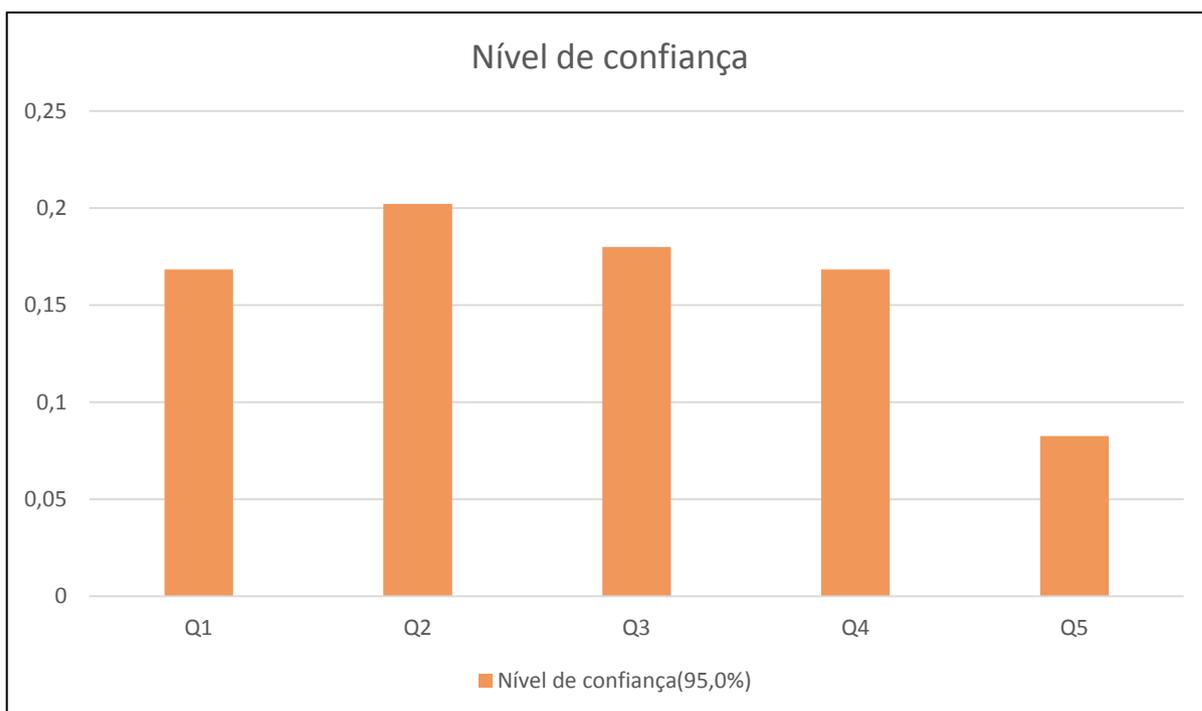


Figura 17 - Nível de confiança das repostas positivas de cada pergunta do Anexo 1  
Fonte: Pesquisa direta, 2017.

Durante a aula prática no SENAI - Centro Automotivo, Tecnológico e Moda Cetel César Rodrigues (SENAI do Horto em Belo Horizonte), foi possível à aplicação do roteiro da aula pratica da disciplina de Sistemas Térmicos – Prática Motores Ciclo Otto Sistema de Injeção, que se encontra no Anexo 3, onde os alunos puderam vivenciar o uso do *Mock Up*. A aplicação dos conhecimentos adquiridos em sala de aula, assessorados pelo professor responsável, utilizando equipamentos de medições e segurança. Durante a prática foi visto um problema simulado no *Mock Up* do veículo Corsa Classic, onde não estava funcionando e foi preciso aplicar o fluxograma para detecção do problema.

Posteriormente à aula prática, um questionário (Anexo 2) foi aplicado aos alunos do curso de Engenharia Mecânica para quantificar a real situação quanto às necessidades na disciplina Combustão e Sistemas Térmicos após a aula prática. As respostas desse questionário foram tabuladas de modo a serem analisados estatisticamente os valores de respostas de cada pergunta do questionário. Com os dados, há possibilidade de estimar quantitativamente as respostas por operações matemáticas simples e também analisar qualitativamente através das funções estatísticas do programa Microsoft Excel®.

Funções operações matemáticas utilizadas:

- Soma;
- Soma percentual;

Funções estatísticas utilizadas para cada pergunta:

- Média;
- Erro padrão;
- Mediana;
- Moda;
- Desvio Padrão;
- Variância da Amostra;
- Curtose;
- Assimetria;
- Intervalo;
- Valor Mínimo;
- Valor Máximo;
- Soma;
- Contagem;
- Nível de confiança (95%);

E os resultados foram tabulados na seguinte forma conforme Tabela 5 e Tabela 6.

Tabela 5 - Dados tabulados do Anexo 2

| Número  | <i>Q1</i> | <i>Q2</i> | <i>Q3</i> | <i>Q4</i> | <i>Q5</i> |
|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1       | <b>1</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 2       | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 3       | <b>1</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 4       | <b>1</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 5       | <b>1</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 6       | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 7       | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| 8       | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>0</b>  | <b>1</b>  | <b>1</b>  |
| Total   | <b>5</b>  | <b>1</b>  | <b>5</b>  | <b>8</b>  | <b>8</b>  |
| Total % | 0,625     | 0,125     | 0,625     | 1,000     | 1,000     |

Fonte: Pesquisa direta, 2017.

Tabela 6 - Funções estatísticas do Anexo 2

| Função                     | <i>Q1</i> | <i>Q2</i> | <i>Q3</i> | <i>Q4</i> | <i>Q5</i> |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Média                      | 0,625     | 0,125     | 0,625     | 1         | 1         |
| Erro padrão                | 0,18      | 0,12      | 0,18      | 0         | 0         |
| Mediana                    | 1         | 0         | 1         | 1         | 1         |
| Moda                       | 1         | 0         | 1         | 1         | 1         |
| Desvio padrão              | 0,51      | 0,35      | 0,51      | 0         | 0         |
| Variância da amostra       | 0,26      | 0,12      | 0,26      | 0         | 0         |
| Curtose                    | -2,24     | 8         | -2,24     | -----     | -----     |
| Assimetria                 | -0,64     | 2,82      | -0,64     | -----     | -----     |
| Intervalo                  | 1         | 1         | 1         | 0         | 0         |
| Mínimo                     | 0         | 0         | 0         | 1         | 1         |
| Máximo                     | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| Soma                       | 5         | 1         | 5         | 8         | 8         |
| Contagem                   | 8         | 8         | 8         | 8         | 8         |
| Nível de confiança (95,0%) | 0,43      | 0,29      | 0,43      | 0         | 0         |

Fonte: Pesquisa direta, 2017.

Através dos dados gerados pela tabulação dos dados do Anexo 2, foi possível a criação das Figura 18 e Figura 19, onde pode-se notar que existe uma grande quantidade de alunos que não cursaram a disciplina eletiva de Combustão, mas um alto percentual de alunos que fizeram a disciplina Sistemas Térmicos. Através dos valores de *Q3* denota-se uma grande quantidade de alunos que sentiram dificuldades no ensino sem o *Mock Up*, mas que com a vivencia da aula prática, conseguiram aprender e aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso. Com os valores de *Q4*, tem-se uma grande quantidade de alunos que acreditam que o uso do *Mock Up* facilitará a assimilação do conhecimento estudado em sala de aula. Os valores de *Q5* mostraram que todos os alunos, após o uso do *Mock Up* na aula prática, acharam enriquecedor e de grande importância para o aprendizado.

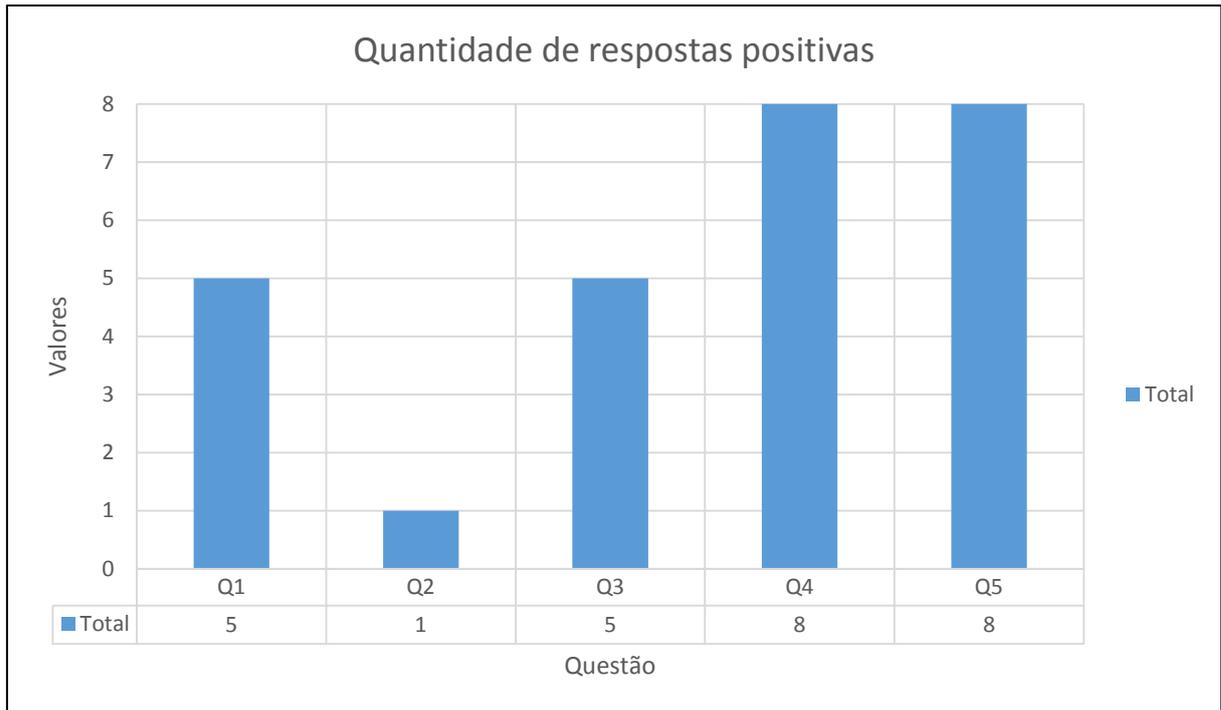


Figura 18 - Soma das respostas positivas de cada pergunta do Anexo 2  
 Fonte: Pesquisa direta, 2017.

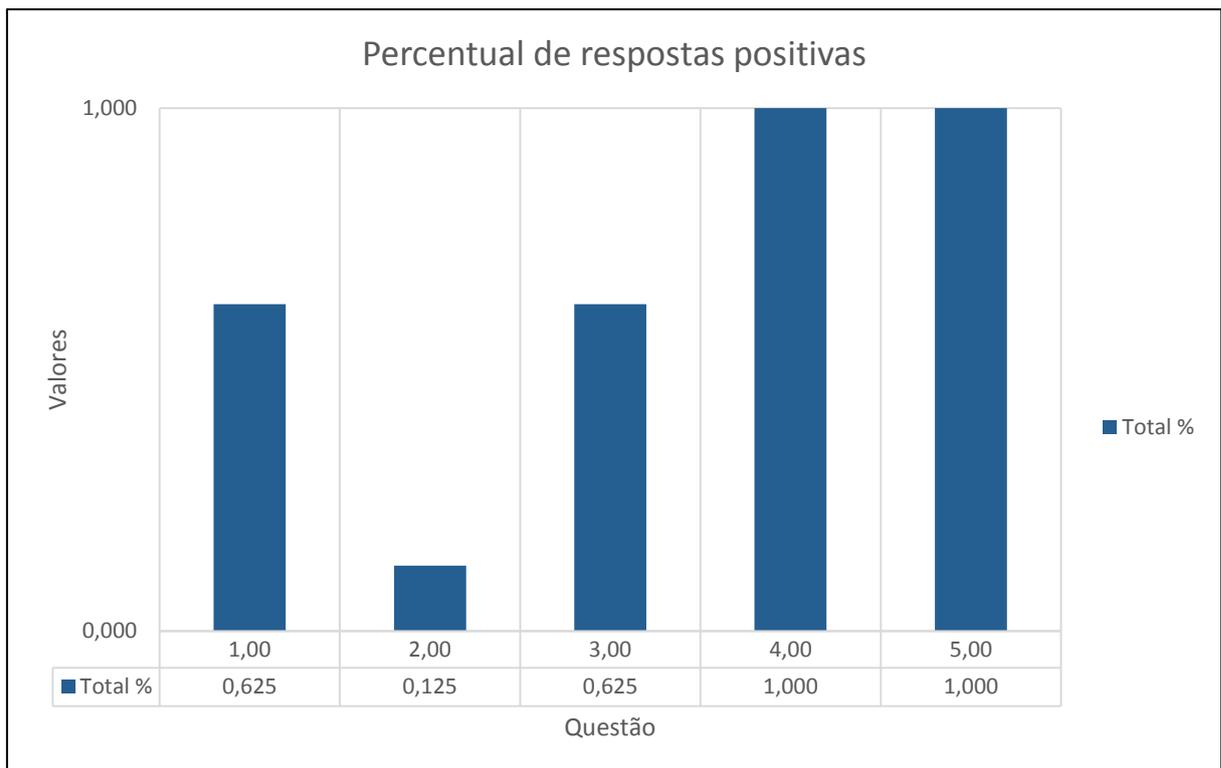


Figura 19 – Soma percentual das respostas positivas de cada pergunta do Anexo 2  
 Fonte: Pesquisa direta, 2017.

Com a Figura 14 é possível perceber que Q5, que é a resposta com maior importância, pois se trata do uso do *Mock Up* tem o menor desvio padrão entre as repostas, caracterizando que o uso será de grande valia ao enriquecimento do estudo e aprendizagem, conforme Figura 20.



Figura 20 - Desvio padrão das repostas positivas de cada pergunta do Anexo 2  
Fonte: Pesquisa direta, 2017.

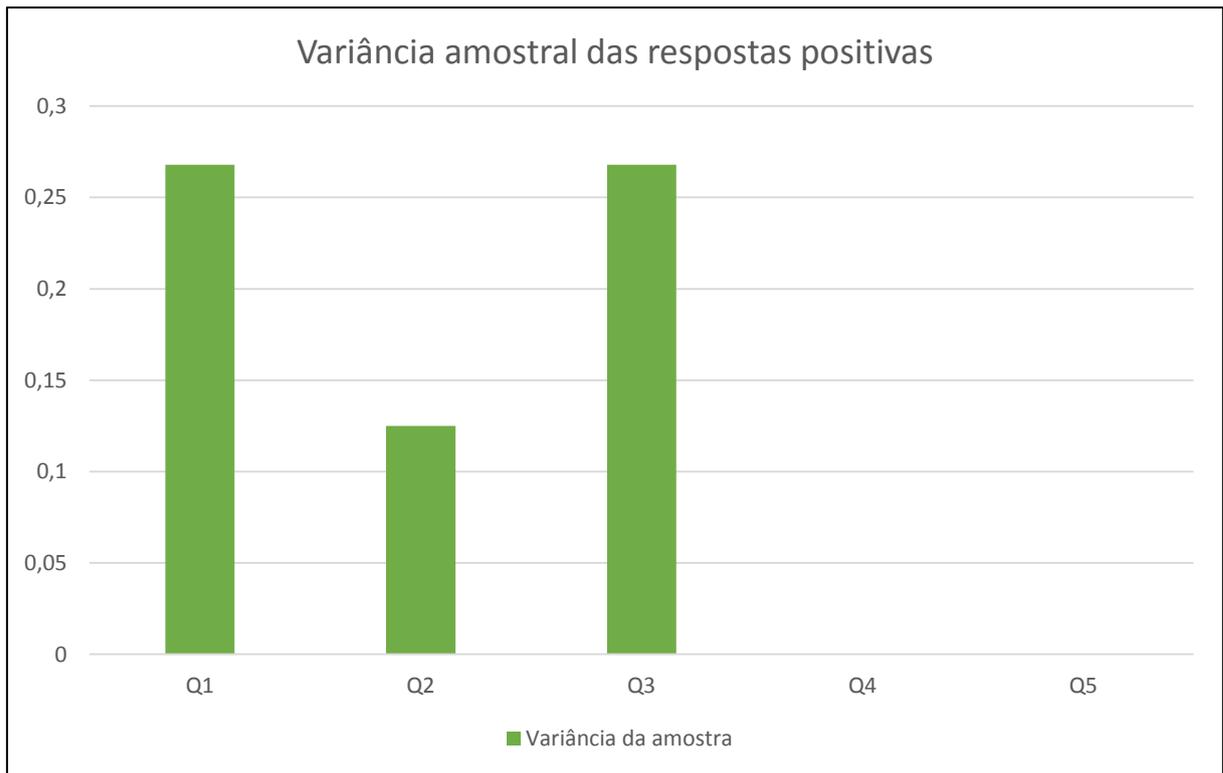


Figura 21 - Variância amostral das repostas positivas de cada pergunta do Anexo 2  
Fonte: Pesquisa direta, 2017.

Novamente analisando-se a Figura 16, a variância amostral de Q5 é a menor, indicando que se tem uma pequena diferença entre as repostas obtidas. Através dos dados da Tabela 6, é possível verificar na Figura 22 que o grau de incerteza para uma confiabilidade das repostas em 95% é zero, que garante uma certeza absoluta das repostas. O que é excelente para o estudo em questão.

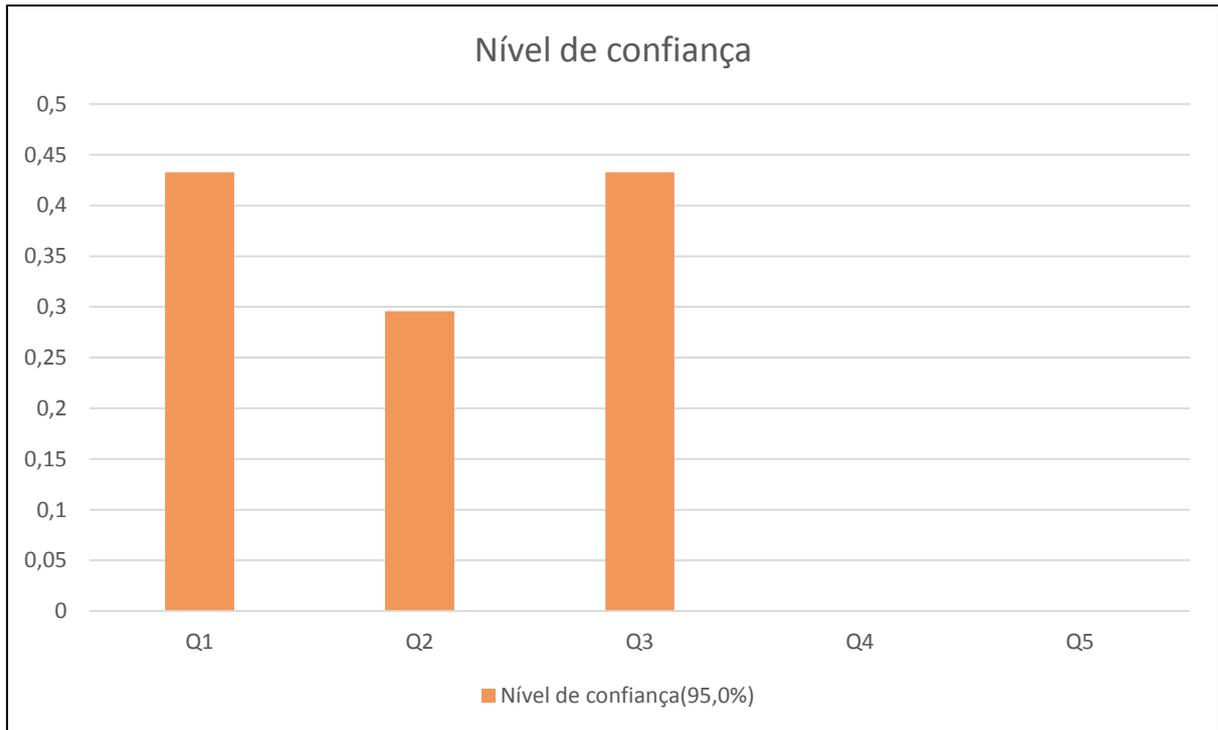


Figura 22 - Nível de confiança das repostas positivas de cada pergunta do Anexo 2.  
Fonte: Pesquisa direta, 2017.

## 5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Este capítulo finaliza o trabalho apresentando as conclusões obtidas através do estudo realizado e as recomendações para novas pesquisas.

### 5.1 Conclusões

O estudo em questão, sobre a contribuição do *Mock Up* nas aulas práticas das disciplinas Sistemas Térmicos e Combustão do curso de Engenharia Mecânica da UFOP, tornou possível comprovar que o resultado está dentro do previsto dos estudos. Estes funcionam como instrumentos de aproximação e assimilação do conhecimento teórico com a prática, tornando assim a disciplina mais produtiva e motivadora para compreender os acontecimentos de engenharia em prática.

A contribuição do *Mock Up* nas disciplinas do curso de Engenharia Mecânica foi de grande importância, pois possibilita a melhoria de ensino, motivação aos alunos e aprendizagem dos diversos tipos de sistemas abrangentes, verificando com isso a resposta à pergunta problema deste trabalho. Também atingiu seus objetivos geral e específicos, por contemplar a revisão bibliográfica sobre *Mock Up*, comparar a motivação dos alunos no pré- e pós-aplicação do mesmo, espera-se então que seja motivação a estudos interessantes na área.

Contemplou a utilização de um roteiro conforme Anexo, que possibilita uma prática rica de conhecimentos e trabalhos a serem desenvolvidos na aula, além de motivar a criação de novos *Mock Up's* para estudos futuros sem a necessidade de recorrer a empresas especializadas na área automobilística.

Como constatado no capítulo 4, vale relembrar que:

- Q1: Já cursou a disciplina Sistemas Térmicos?
- Q2: Já cursou a disciplina Combustão?
- Q3: Quando cursou a (s) disciplina (s) sentiu falta de aulas práticas para melhorar o aprendizado e entendimento?
- Q4: Acredita que com a implementação das horas práticas dos sistemas facilitou o entendimento e compreensão da disciplina?

- Q5: Acredita que a utilização de *Mock-Up* como aula prática ajudou na melhoria do entendimento do funcionamento do motor, funcionamento da sobrealimentação, resfriamento do sistema, entender sobre as misturas ricas e pobres, taxa de compressão, entre outros conceitos?
- Anexo 1: Questionário anterior à prática no SENAI
- Anexo 2: Questionário posterior à prática no SENAI

Com isso, a análise das respostas dos questionários dos Anexos 1 e 2 permitem concluir que ao se analisar as respostas de Q1 e Q2 nos mesmos, nota-se uma variação na quantidade de pessoas que cursaram a disciplinas, inicialmente 0,80% e 0,36% em Q1 e Q2 e posteriormente 0,625% e 0,125% para Q2. Essa variação existe por conta de se tratar de disciplinas que não são necessariamente obrigadas a serem cursadas em sequência. Entretanto, se complementam. Já as respostas de Q3 variaram pouco, de 0,76% inicialmente para 0,625% posteriormente, demonstrando que existe uma falta substancial de prática e comprova essa carência. Para Q4 as respostas variam apenas de 0,80% antes para 1,00%, o que constata que com a visita técnica ao SENAI do Horto em BH e a execução da prática na oficina da instituição agregou muito conhecimento e motivação aos alunos. Em Q5 existe quase uma unanimidade entre as repostas, que variam de 0,96% para 1,00%, o que é explicitado e concluído que a implementação supre grande parte da necessidade do aluno para prática e entendimento, uma vez que com mais contato na aula prática, os alunos tendem a assimilar e entender melhor o tema abordado.

As Tabela 4 e Tabela 6, mostra os dados de diversos parâmetros estatísticos, tais como soma das repostas, soma percentual das repostas, desvio padrão das repostas, variância amostral das repostas, nível de confiabilidade das repostas, entre outros dados. Os dados citados permitem uma comparação através da plotagem de seus dados em gráficos, que são as figuras de Figura 13 a Figura 22. Pode ser notado que o desvio padrão das repostas nos Anexos 1 e 2 é significativamente baixo, todos próximo de 0,5, algo aceitável e para Q4 e Q5 no Anexo 2, o desvio padrão é zero, algo excelente ao estudo. Tem-se também que a variância entre as repostas fica sempre abaixo de 0,3 nas questões dos anexos e em especial, assume o valor zero para Q4 e Q5 no Anexo 2, demonstrando que o MAEA atinge de modo muito satisfatório seus objetivos. Outro aspecto a ser analisado é o nível de confiança das repostas, que varia até 0,45 nas repostas e em especial, assume valor zero para Q4 e Q5 no Anexo 2, o que indica uma garantia de unanimidade na aceitação da melhoria quanto a pratica no SENAI com o *Mock Up*.

Portanto, pode-se concluir que o estudo e implementação do *Mock Up* em aulas práticas das disciplinas da Engenharia Mecânica cumpre com seus princípios propostos no início do trabalho e demonstra sucesso na melhoria do entendimento e aprendizagem da Engenharia Mecânica.

## **5.2 Recomendações**

Recomenda-se como trabalhos futuros o aprofundamento na criação e montagem de *Mock Up*'s de outros modelos de motores além do modelo estudado e apresentados neste trabalho. Assim como a adaptação didática de sistemas periféricos dos carros externos ao *Mock Up*, tais como freios didáticos, sistema de transmissão em corte, motores em cortes, sistema de direção, sistema de suspensão, painel completo para desmontagem.

Todas essas recomendações devem ser acompanhadas dos roteiros e estudadas em práticas de outras disciplinas, a fim de sempre melhorar e enriquecer o curso de Engenharia Mecânica.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS CITADAS E CONSULTADAS

- ABREU, M. C. (1990). **O professor universitário em aula**. São Paulo: MG Editores Associados.
- ADLER, U., BAUER, H., & RÖDER, J. (1993). **Automotive Handbook**, 3rd Edition. Robert Bosch GmbH - Automotive Equipment Business Sector. Stuttgart.
- ALBALADEJO, F. S. (2013). **Desenvolvimento de Uma Unidade de Gerenciamento Eletrônico para Motores de Combustão Interna do Ciclo Otto**. São Paulo: Dissertação de Mestrado.
- ARAÚJO, U. e. (2009). **Aprendizagem Baseada em Problemas no ensino superior**. São Paulo: Summus.
- ARAÚJO, U. F. (2011). **A quarta revolução educacional: a mudança de tempos, espaços e relações na escola a partir do uso de tecnologias e da inclusão social**. Campinas: ETD: educação temática digital.
- AUSUBEL, D. P. (1978). **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana.
- AUTOMOVEIS, FIAT. (2010). **Manual de reparação motor tetrafuel**.
- BARBOSA, E. F. (2013). **Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica**, n.2, p.48-67. Rio de Janeiro, v. 39: Boletim Técnico do Senac.
- BERBEL, N. A. (1998). **A Problematização e a Aprendizagem Baseada em Problemas: diferentes ternos ou diferentes caminhos? Interface – Comunicação, Saúde, Educação**. Botucatu.
- BONDÍA, J. L. (2002). **Notas sobre a experiência e o saber de experiência**. *Revista Brasileira de Educação* Numero 19.
- BONWELL, C. C., & EISON, J. A. (1991). **Active learning: creating excitement in the classroom**. Disponível em: <<http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED340272.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2013.

- CÂMARA, J. C. (2006). **Monitoramento eletrônico da mistura ar/combustível em motores de combustão interna ciclo Otto**. Salvador: Universidade Federal da Bahia.
- CAPRA, F. (2006). **O ponto da mutação: a ciência, a sociedade e a cultura emergente**. São Paulo: Cultrix.
- CHAIKLIN, S. (2011). **A zona de desenvolvimento próximo na análise de Vigotski sobre aprendizagem e ensino**. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-73722011000400016&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-73722011000400016&script=sci_arttext). Acesso em: 23/03/2017
- COLEGIADO ENGENHARIA MECANICA. (2009), **Ementa da disciplina MEC 149 e MEC407**.
- CORREA, S. M. B. B. (2003). – **Probabilidade e estatística** 2ª ed. - Belo Horizonte: PUC Minas Virtual, 2003
- CYRINO EG, T.-P. M. (2004). **Trabalhando com estratégias de ensino-aprendizado por descoberta na área da saúde: a problematização e a aprendizagem baseada em problemas**. Cad Saúde Pública.
- DAI, F., FELGER, W., FRÜHAUF, T., GÖBEL, M., REINERS, D., & and ZACHMANN, G. (1996). **Virtual Prototyping Exemples for Automotive Industries**. Alemanha: Fraunhofer Institute for Computer Graphics.
- DEMO, P. (1994). **Pesquisa e construção de conhecimento**. Rio de Janeiro: Templo Brasileiro.
- DEMO, P. (1997). **Educar pela Pesquisa**. Campinas: Autores Associados.
- FERNANDES JD, F. S. (2003). **Diretrizes estratégicas para a implantação de uma nova proposta pedagógica na Escola de Enfermagem da Universidade Federal da Bahia**. São Paulo: Revista da Escola de Enfermagem da USP.
- FERREIRA, A. B. (1999). **Aurélio século XXI: o dicionário da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.
- FLINK, J. (1990). **The Age of Automobile**. Massachusetts: Halliday Lithograph.
- FONSECA, J. J. (2002). **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC.

- FREIRE, P. (1979). **Educação e Mudança**. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- FREIRE, P. (1994). **Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- FREIRE, P. (1997). **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- FREIRE, P. (2006). **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa** 33ª ed. Sao Paulo: Paz e Terra.
- FURTADO, O. e. (1999). **Psicologias - Uma introdução ao estudo de Psicologia**. São Paulo: Editora Saraiva.
- GEMIGNAN, I. E. Y. M. Y. (2012). **Formação de Professores e Metodologia Ativas de Ensino-Aprendizagem: Ensinar Para a Compreensão**. Disponível em: <http://www.fronterasdaeducacao.org/index.php/fronteras/article/view/14>. Acesso em: 23/03/2017
- GIL, A. C. (1994). **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas.
- GIL, A. C. (2002). **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (2008). **Métodos de Pesquisa**. Rio Grande do Sul: UFRGS, 121p.
- GOLDEMBERG, M. (1997). **A arte de pesquisar**. São Paulo: Editora Record.
- HEYWOOD, J. B. (1998). **Internal Combustion Engine Fundamentals**. New York: McGraw-Hill Publishing Co.
- HOUAISS, A. V. (2011). **Dicionário Houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva.
- JÚNIOR, A. H. T. (2015). **Uma Reflexão Sobre A Influência Da Afetividade No Pensamento E Fala Sob O Ponto De Vista Da Teoria De Desenvolvimento E Aprendizagem De Vygotsky**. Disponível em: <http://www.anais.ueg.br/index.php/semintegracao/article/view/5011>. Acesso em: 23/03/2017

- KERLINGER, F. N. (1980). **Metodologia da pesquisa em ciências sociais**. São Paulo: E.P.U.
- LIBANEO, J. C. (2014). **O ensino de graduação na universidade: a aula universitária**. Campina Grande: UCG.
- LUCKESI, C. (2008). **Avaliação da Aprendizagem Escolar**. São Paulo: Cortez.
- LUNET, N.; SEVERO, M.; BARROS, H. (2006) **Desvio Padrão ou Erro Padrão. Arquivos de Medicina: NOTAS METODOLÓGICAS**, Porto, v. 20, n. 1, p.55-59, set. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.mec.pt/pdf/am/v20n1-2/v20n1-2a08.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2016.
- MACARRÃO, L. J., & KAMINSKI, P. C. (2004). **Alguns processos de fabricação de mock-ups, ferramental rápido e peças em pequenos lotes, aplicados ao desenvolvimento de carroceria de veículo automotivo**. São Paulo: SAE Technical Paper Series n° 2004-01-3306.
- MAGALHÃES, Ma. N.; LIMA, A. C. P. de. (2004). **Noções de probabilidade e estatística**. 6. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.
- MARTINS, P. L. (1989). **Didática teórica/didática prática para além do conforto**. São Paulo: Loyola.
- MILHOR, C. E. (2002). **Sistema de Desenvolvimento para Controle Eletrônico dos Motores de Combustão Interna Ciclo Otto**. São Carlos: Universidade de São Paulo.
- MINAYO, M. C. (1994). **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. Rio de Janeiro: UCITEC-ABRASCO.
- MINAYO, M. C. (2001). **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Vozes.
- MITRE, S. (2006). **Ativando processos de mudança em uma aldeia de Belo Horizonte: uma experiência com metodologia ativa de ensino-aprendizagem**. Fundação Oswaldo Cruz.
- MITRE, S. M.; BATISTA, R. S.; MENDONÇA, J. M. G de-; PINTO, N. Ma. de M.; MEIRELLES, C. de A. B.; PORTO, C. P.; MOREIRA, T.; HOFFMANN, L. M. A.

- (2008). **Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais**. Ciência & Saúde Coletiva. Vol.13, suppl.2, Rio de Janeiro, 2008
- MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. (2009). **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**. 4. ed. Arizona: Ltc, 2009. 490 p.
- MOREIRA, M. (1995). **Teorias de Aprendizagens**. São Paulo: Pedagógica e Universitária Ltda.
- MOREIRA, M. A. (1995). **Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos**. Sao Paulo: Centauro.
- MOREIRA, M. e. (1982). **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Editora Moraes.
- MORIOKA, C. A. (2010). **Desenvolvimento de “Motor Vivo” (Mock Up) para Ensino em Eletronica Automotiva**. São Paulo: Cobenge 2010.
- MOTA, M. S. (2010). **Desenvolvimento E Aprendizagem: Processo De Construção Do Conhecimento E Desenvolvimento Mental Do Indivíduo**. SETEC – Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Ministério da Educação.: Disponível em [http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf3/tcc \\_desenvolvimento.pdf](http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf3/tcc_desenvolvimento.pdf). Acesso em 08/04/2016.
- MOURA, D. G., & BARBOSA, E. F. (2011). **Trabalhando com projetos: planejamento e gestão de projetos educacionais**. Petropolis: Ed. Cultrix.
- NOGUEIRA, R. d., & OLIVEIRA, E. B. (2011). **A importância da Didática no Ensino Superior**. acessado em 10/03/2016: <http://www.ice.edu.br/TNX/storage/webdisco/2011/11/28/outros/83c0e97d502903db35a360d899853241.pdf>.
- NOVAK, J. D. (1981). **Uma teoria de educação**. São Paulo: Pioneira.
- OLLAIK, L. G., & ZILLER, H. M. (2012). **Concepções de validade em pesquisas qualitativas**. São Paulo: Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v38n1/ep448.pdf>.

- POGRÉ, P. L. (2006). **O Ensino para a Compreensão. A importância da reflexão e da ação no processo ensino-aprendizagem.** Vila Velha: Hoper.
- RIBEIRO, L. d. (2008). **Aprendizagem Baseada em Problemas uma experiência no ensino superior.** São Carlos: EduFSCAR.
- RIBEIRO, R. d. (2005). **A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma implementação na educação em engenharia.** Florianópolis.
- SANTOS, S. (2005). **A integração do ciclo básico com o profissional no Curso de Graduação em Medicina: uma resistência exemplar.** Teresópolis: Papel & Virtual.
- SCHÜTZER, I. K. (2002). **Implantação do "Digital Mockup" na Indústria Automobilística.** Piracicaba.
- SCIELO. (2016). **Biblioteca Científica Eletrônica Online.** Fonte: Scielo: <http://www.scielo.br/>
- SFORNI, M. S. (2006). **Aprendizagem conceitual nas séries iniciais do ensino fundamental.** Curitiba: Educar em Revista.
- SHAH, S., & NIHALANI, M. (2012). **Stress free environment in classroom: impact of humor in student satisfaction.** Munich: Disponível em: <<http://www.grin.com/en/e-book/192216/stress-freeenvironment-in-classroom-impact-of-humor-in-student-satisfaction#inside>>. Acesso em: 17 jul. 2013.
- SILBERMAN, M. (1996). **Active learning: 101 strategies do teach any subject.** Massachusetts: Ed. Allyn and Bacon.
- SILVA, A. L. (2015). **Teoria da Aprendizagem de Piaget. Infoescola:** Disponível em <http://www.infoescola.com/pedagogia/teoria-de-aprendizagem-de-piaget/>. Acesso em 10/12/2015.
- SILVA, C. R. (2004). **Metodologia do trabalho científico.** Fortaleza: UNIFOR.
- SORDI, R. (1999). **A comunicação professor-aluno: uma contribuição ao estudo sobre a construção do conhecimento.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Faculdade de Educação.

- TRIVINOS, A. N. (1987). **Introdução à pesquisa em ciencias sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas.
- VAN BASSHUYSEN, R., & SCHAFER, F. (2004). **Internal Combustion Engine Handbook: Basics, Components, Systems and Perspectives**. Warrendale: SAE International.
- VASCONCELLOS, C. d. (1999). **Planejamento: Projeto de ensino aprendizagem e Projeto Político Pedagógico - elementos metodológicos para elaboração e realização**. São Paulo: Libertad.
- VIGNOCHI C, B. C. (2009). **Considerações sobre aprendizagem baseada em problemas na educação em saúde**. Revista HCPA.
- VOLPATO, N. (1999). **Prototipagem rápida / ferramental rápido no processo de desenvolvimento do produto**. Revista Máquinas e Metais. São Paulo: Aranda Editora.
- WISKE, M., GARDNER, H., PERKINS, D., & PERRONE, V. e. (2007). **Ensino para a Compreensão**. A Pesquisa na Prática. Porto Alegre: Artmed.
- YIN, R. K. (2001). **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Porto Alegre: Editora Bookman.

## ANEXO 1 - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE ENSINO

Este questionário tem como meta, qualificar por meio de questões objetivas os métodos de ensino das disciplinas Sistemas Térmicos e Combustão, como parte da monografia a ser defendida pelo aluno **Ciro Geraldo Brito Limão**.

Nome: \_\_\_\_\_ Matrícula: \_\_\_\_\_

1) Já cursou a disciplina Sistemas Térmicos?

- Sim  
 Não

**Em caso afirmativo, continue a responder.**

\_\_\_\_\_

3) Quando cursou a (s) disciplina(s) sentiu falta de aulas práticas para melhorar o aprendizado e entendimento?

- Sim  
 Não

2) Já cursou a disciplina Combustão?

- Sim  
 Não

**Em caso negativo, obrigado pela participação!**

\_\_\_\_\_

4) Acredita que com a implementação de mais horas práticas, facilitará o entendimento e compreensão da disciplina?

- Sim  
 Não

5) Acredita que a utilização de **Mock-Up\*** como aula prática ajudaria a melhorar o entendimento do funcionamento do motor, entender sobre as misturas ricas e pobres, taxa de compressão, entre outros conceitos?

- Sim  
 Não

6) Por favor, deixe alguma sugestão para melhoria do aprendizado nas disciplinas.

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Obrigado pela sua participação e por contribuir com a melhoria do seu curso!**

**Mock-Up:** Trata-se basicamente de um motor com todos os periféricos necessários para o funcionamento, simulando exatamente como se estivesse em seu ambiente real. Funciona similar ao motor no veículo, porém se a necessidade física de se ter uma infraestrutura externa.

## ANEXO 2 - QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO QUALITATIVA DE ENSINO

Este questionário tem como meta, qualificar por meio de questões objetivas os métodos de ensino das disciplinas Sistemas Térmicos e Combustão, como parte da monografia a ser defendida pelo aluno **Ciro Geraldo Brito Limão**.

Nome: \_\_\_\_\_ Matrícula: \_\_\_\_\_

1) Já cursou a disciplina Sistemas Térmicos?

- Sim  
 Não

**Em caso afirmativo, continue a responder.**

\_\_\_\_\_

3) Quando cursou a (s) disciplina(s) sentiu falta de aulas práticas para melhorar o aprendizado e entendimento?

- Sim  
 Não

2) Já cursou a disciplina Combustão?

- Sim  
 Não

**Em caso negativo, obrigado pela participação!**

\_\_\_\_\_

4) Acredita que com a implementação das horas práticas dos sistemas facilitou o entendimento e compreensão da disciplina?

- Sim  
 Não

5) Acredita que a utilização de *Mock-Up*\* como aula prática ajudou na melhoria do entendimento do funcionamento do motor, funcionamento da sobrealimentação, resfriamento do sistema, entender sobre as misturas ricas e pobres, taxa de compressão, entre outros conceitos?

- Sim  
 Não

6) Por favor, deixe alguma sugestão para melhoria do aprendizado nas disciplinas.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Obrigado pela sua participação e por contribuir com a melhoria do seu curso!**

**Mock-Up:** Trata-se basicamente de um motor com todos os periféricos necessários para o funcionamento, simulando exatamente como se estivesse em seu ambiente real. Funciona similar ao motor no veículo, porém se a necessidade física de se ter uma infraestrutura externa.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO  
E TÉCNICAS FUNDAMENTAIS  
ENGENHARIA MECÂNICA  
SISTEMAS TÉRMICOS



## **PROJETO PRÓ ATIVA**

**“METODOLOGIA DE ENSINO E  
APRENDIZAGEM BASEADA EM *MOCK*  
*UP* (MOTOR VIVO) PARA A  
ENGENHARIA MECÂNICA”**

**ROTEIRO DE PRÁTICA  
MOTORES CICLO OTTO  
SISTEMA DE INJEÇÃO**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO  
PRETO  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE CONTROLE E  
AUTOMAÇÃO E TÉCNICAS FUNDAMENTAIS  
ENGENHARIA MECÂNICA  
SISTEMAS TÉRMICOS**



**SUMÁRIO**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES.....</b>                   | <b>4</b>  |
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                          | <b>5</b>  |
| <b>2. OBJETIVOS .....</b>                           | <b>6</b>  |
| <b>2.1. GERAL .....</b>                             | <b>6</b>  |
| <b>2.2. ESPECÍFICO .....</b>                        | <b>6</b>  |
| <b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>                | <b>7</b>  |
| <b>3.1. MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA.....</b>       | <b>7</b>  |
| <b>3.2. <i>MOCK UP</i> .....</b>                    | <b>10</b> |
| <b>3.3. INJEÇÃO ELETRÔNICA DE COMBUSTÍVEL .....</b> | <b>11</b> |
| <b>4. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES .....</b>            | <b>12</b> |
| <b>5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES .....</b>          | <b>14</b> |
| <b>6. CÁLCULOS E ANOTAÇÕES .....</b>                | <b>14</b> |
| <b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>          | <b>18</b> |



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO  
PRETO  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE CONTROLE E  
AUTOMAÇÃO E TÉCNICAS FUNDAMENTAIS  
ENGENHARIA MECÂNICA  
SISTEMAS TÉRMICOS**



**ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES**

|   |   |
|---|---|
| Figura 26 – Motor desligado .....           | 8 |
| Figura 27 – Durante a partida do motor..... | 8 |
| Figura 28 – Compressão .....                | 8 |
| Figura 29 – Combustão.....                  | 8 |
| Figura 30 – Escape.....                     | 9 |
| Figura 31 – Admissão .....                  | 9 |
| Figura 32 – Ciclo Completo.....             | 9 |



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO  
PRETO  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE CONTROLE E  
AUTOMAÇÃO E TÉCNICAS FUNDAMENTAIS  
ENGENHARIA MECÂNICA  
SISTEMAS TÉRMICOS**



## 1. INTRODUÇÃO

Com os avanços na metodologia de ensino, novas tecnologias e novas oportunidades, vê-se a necessidade de uma melhoria no método de aprendizado e de ensino. Assim como se tem computadores, lousas digitais em evolução aos antigos quadros com giz, tem-se a necessidade de atualização sobre o ensino de técnicas práticas, tais como o uso da tecnologia em vídeo, modelagem 3D, programas de simulações de desenho e fluidos, porém nada substitui a vivência prática, com contato direto do aprendiz e o objeto de estudo.

Tendo em vista essa necessidade sobre diversas áreas de aprendizado da engenharia mecânica e levando em consideração o quesito custo e espaço físico disponível, surgiu a ideia e a necessidade da construção de modelos físicos para testes e uso didático em aulas.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO  
PRETO  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE CONTROLE E  
AUTOMAÇÃO E TÉCNICAS FUNDAMENTAIS  
ENGENHARIA MECÂNICA  
SISTEMAS TÉRMICOS**



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. GERAL**

Demonstrar a prática dos conhecimentos vistos em sala de aula sobre motores de combustão interna – Ciclo Otto.

### **2.2. ESPECÍFICO**

- ✓ Aproximar o aluno da realidade;
- ✓ Demonstrar por meio de um modelo real as situações vistas em sala;



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO  
PRETO  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE CONTROLE E  
AUTOMAÇÃO E TÉCNICAS FUNDAMENTAIS  
ENGENHARIA MECÂNICA  
SISTEMAS TÉRMICOS**



### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1. MOTORES DE COMBUSTÃO INTERNA**

Os motores térmicos transformam a energia calorífica (química) dos combustíveis em energia mecânica (cinética) que aparece como trabalho do eixo da árvore de manivelas. Esta transformação se obtém por uma mudança de estado (vaporização), de volume (compressão), de temperatura (combustão). Os motores térmicos se classificam em duas categorias principais: de combustão externa e de combustão interna.

O foco desse trabalho será neste último, no qual a combustão acontece no interior da câmara de combustão. Os motores a álcool ou gasolina são compostos basicamente por um pistão, ligado a uma biela que está ligada ao virabrequim (árvore de manivelas) e uma câmara de combustão que possui válvulas de admissão e escape, um cilindro e uma vela de ignição. Uma sequência de quatro movimentos do pistão no cilindro completa um ciclo, ou seja, duas revoluções do eixo. Esse ciclo foi aplicado por Nikolaus Otto, em 1876, e por isso também são chamados de “motor de 4 tempos” ou “motor Otto”.

Muito utilizado comercialmente em veículos e utilitários, por seu rendimento, manutenção, custo e aplicabilidade de utilização. Onde se tem facilmente como utilizar etanol com gasolina, ou somente etanol ou somente gasolina para seu funcionamento, quanto a aplicação, pode ser empregado como gerador de energia elétrica, além da utilização comum em veículos. Seu custo de manutenção é interessante devido a difusão de marcas de carros, onde se tem então devido ao emprego automotivo facilidade de encontrar suas peças e literatura de reparo. Sua evolução quanto ao combustível, se dá devido a necessidade sustentável e de adequação às normas vigentes quanto a poluição emitida pelos mesmos. Para isso

utiliza se injeção direta de combustível, altas taxas de compressão, sobre alimentação de ar, mudanças para combustíveis alternativos entre outros artifícios disponíveis para estudos e evolução.

Gráficos dos tempos do motor ciclo Otto:

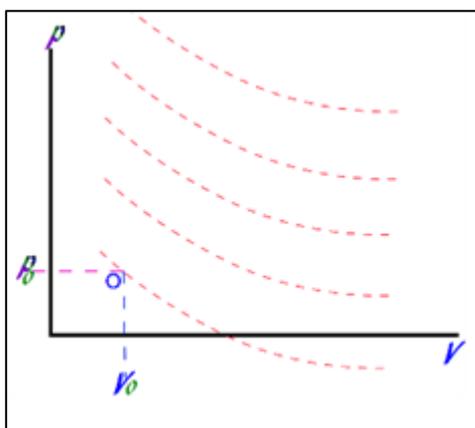


Figura 23 – Motor desligado

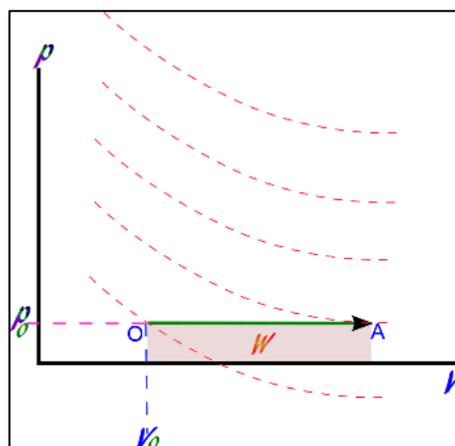


Figura 24- Durante a partida do motor

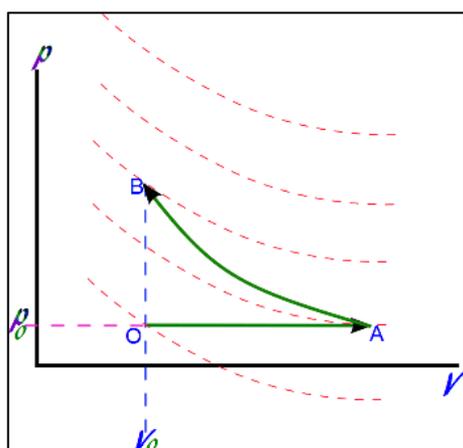


Figura 25 - Compressão

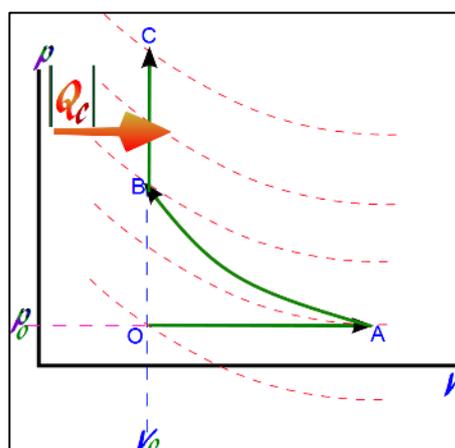


Figura 26 - Combustão

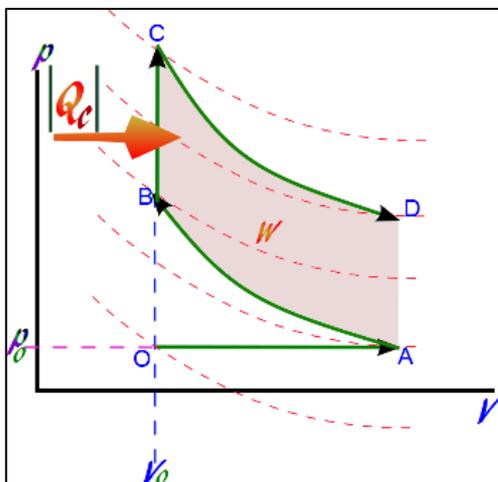


Figura 27 - Escape

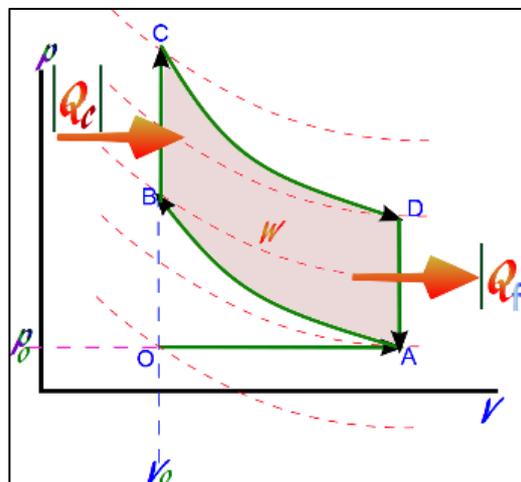


Figura 28 - Admissão

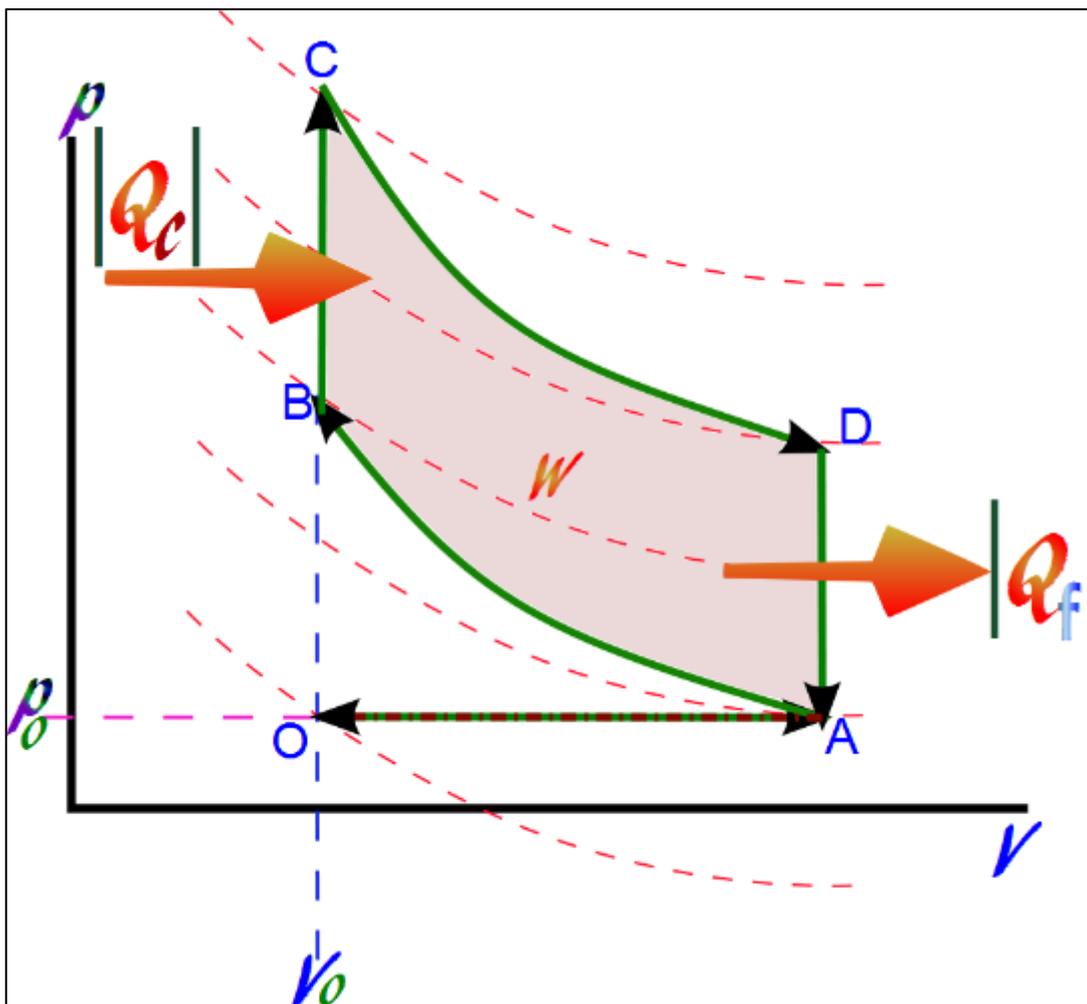


Figura 29 - Ciclo Completo



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO  
PRETO  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE CONTROLE E  
AUTOMAÇÃO E TÉCNICAS FUNDAMENTAIS  
ENGENHARIA MECÂNICA  
SISTEMAS TÉRMICOS**



### 3.2. *MOCK UP*

Basicamente trata-se de um motor, com todos os periféricos necessários para o seu funcionamento, simulando exatamente como se estivesse em seu ambiente real de trabalho, ou seja, instalado em um veículo real, mas sem a necessidade da carroceria de um veículo. Essa montagem e acomodação é obtida através da instalação do motor, câmbio, radiador, injeção, tanque, painel de instrumentos, comutador de ignição, imobilizador, catalisador, entre outros sistemas necessários para o funcionamento normal do motor em uma estrutura móvel, em um cavalete.

Inicialmente o *Mock Up* é meio de aprendizado prático, similar ao real, ou seja, funciona similarmente ao motor no veículo, porém sem a necessidade física de se ter uma carcaça, pneus, vidros, e outros periféricos que para o aprendizado em questão, que são classificados como sobressalentes. Com o *Mock Up* é possível agrupar diversos motores sem a necessidade de um grande espaço físico, pois inicialmente vários carros seriam utilizados para tal tarefa. Além de se ter um custo muito menor em manutenção, reparos, uma vez que só tem o sistema de *powertrain* a ser mantido e não um veículo completo que resultaria em um custo maior.

Também há a facilidade de modificação geométrica e física do motor e periféricos para implementação de testes de novos combustíveis, novos sistemas e até mesmo outros componentes que inicialmente seriam limitados caso se tratasse de um veículo real. O que facilita então sua manutenção, reparabilidade, manutenção, utilização para os diversos fins em disciplinas da graduação e pós-graduação.

### 3.3. INJEÇÃO ELETRÔNICA DE COMBUSTÍVEL

O motor de combustão interna, assim como toda máquina térmica, necessita de três itens para seu funcionamento, são eles:

- ✓ Combustível
- ✓ Ar
- ✓ Faísca

O sistema de alimentação de combustível do motor a combustão interna é o responsável pela injeção do combustível de modo mais estequiométrico possível, devido ao LIF e LSF, que se ultrapassados, extinguem a chama. Inicialmente essa dosagem era feita de modo rústico, através de um sistema de diferença de pressão e velocidade onde, através de um furo calibrado, o combustível era arrastado para o interior do motor, sistema conhecido como Carburador. Atualmente esse controle é feito eletronicamente através de um sistema embarcado, onde a injeção do combustível é feita pelos eletro-injetores de modo preciso, a fim de ter uma economia de combustível e diminuição de poluição no ar.

O sistema de captação de ar, é auto adaptativo de acordo com a altitude que se encontra o veículo, uma vez que quanto mais alto estiver, menos porcentagem de  $O_2$ , logo, precisa saber para manter a estequiometria da mistura. Essa adaptação é obtida através de uma série de fatores que a central embarcada analisa, tais como, altitude, relação de oxigênio no escape, posição do pedal do acelerador, posição da borboleta de admissão, temperatura do motor e do ar admitido, entre outros.

O sistema de ignição, responsável pela faísca que irá iniciar a combustão controlada, é também um sistema auto adaptativo que analisa diversos fatores, tais como nível de oxigênio no escape, carga do motor, combustível utilizado, temperatura do motor, rotação por minuto do motor, entre outros, para determinar o tempo necessário para a combustão do combustível injetado e assim saber o momento certo de criar a faísca.

#### 4. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

Inicialmente, com o acompanhamento do professor (a) / técnico (a) / monitor (a) responsável pela prática, deve se fazer uma verificação rápida do *Mock Up*, de modo a confirmar se está preparado para a atividade ou se precisa de algum reparo ou ajuste.

Esta verificação consiste em analisar:

- ✓ Vazamentos no motor;
- ✓ Tensão da bateria;
- ✓ Combustível no tanque;
- ✓ Limpeza da memória de falhas da injeção;
- ✓ Se existe algum componente solto;

**O PROCEDIMENTO DE DESLIGAMENTO DOS SENSORES E ATUADORES DEVEM SER FEITOS DE MODO CORRETO E SEGURO PARA QUE SE EVITE ACIDENTES E DANIFICAÇÃO DOS COMPONENTES. PARA ISSO VERIFIQUE COM O RESPONSÁVEL DA ATIVIDADE O CORRETO PROCEDIMENTO.**

Após a verificação inicial, caso não exista problemas, deve se dar partida no motor e anotar os dados obtidos através do Scanner Automotivo, tais como:

- ✓ Temperatura inicial do motor em graus Celsius;
- ✓ Avanço inicial de ignição em graus;
- ✓ Rotação do motor em RPM;
- ✓ Tempo de injeção em ms ou Hz (milissegundos ou hertz) na marcha lenta;
- ✓ Temperatura do ar admitido em graus Celsius;
- ✓ Rotação do motor e carga quando o ar condicionado é ligado;
- ✓ Tensão da sonda lambda (sensor de oxigênio);
- ✓ Tensão ou frequência do sensor de detonação;
- ✓ Pressão do coletor de admissão ou tensão do sensor;

- ✓ Frequência do negativo pulsante da bobina de ignição;

Após a anotação dos dados, deve se simular algumas situações para análise da reação do motor, tais como:

- ✓ Desligamento de sensores:
  - Sensor de posição da borboleta
  - Sensor do pedal de acelerador
  - Sensor de detonação
  - Sensor de pressão de combustível
  - Sensor de pressão do óleo
  - Sensor de rotação
  - Sensor de pressão do coletor de admissão
  - Sensor de fluxo de ar
  - Sensor de fase
  - Sensor de temperatura de arrefecimento
  - Sensor de oxigênio
- ✓ Desligamento de atuadores:
  - Eletro injetores
  - Bobina de ignição
  - Cabos de vela
  - Bomba de combustível
  - Motor de passo

Após os procedimentos de anotações dos dados nas tabelas da página 14, deve-se descrever o motivo de cada reação, quais sistemas são responsáveis pelo efeito descrito, tecnicamente o que ocorre no processo da combustão entendido pela central quando os componentes são desligados. Existe alguma reação de segurança do motor a fim de evitar uma avaria maior?

## 5. CÁLCULOS E ANOTAÇÕES

### Parte 1

| Item a analisar                         | Situação |
|---|----------|
| Vazamentos no motor                     |          |
| Tensão da bateria                       |          |
| Limpeza da memória de falhas da injeção |          |
| Se existe algum componente solto        |          |

### Parte 2a

| Item a analisar                                     | Valor |
|---|-------|
| Temperatura inicial do motor em graus Celsius       |       |
| Avanço inicial de ignição em graus                  |       |
| Rotação do motor em RPM                             |       |
| Tempo de injeção em ms ou Hz na marcha lenta        |       |
| Temperatura do ar admitido em graus Celsius         |       |
| Rotação do motor e carga com ar condicionado ligado |       |
| Tensão da sonda lambda (sensor de oxigênio)         |       |
| Tensão ou frequência do sensor de detonação         |       |

|  |  |
|--|--|
| Pressão do coletor de admissão ou tensão do sensor   |  |
| Frequência do negativo pulsante da bobina de ignição |  |

Parte 2b

| <b>Sensores a desligar</b>               | <b>Reação</b> |
|--|---------------|
| Sensor de posição da borboleta           |               |
| Sensor do pedal de acelerador            |               |
| Sensor de detonação                      |               |
| Sensor de pressão de combustível         |               |
| Sensor de pressão do óleo                |               |
| Sensor de rotação                        |               |
| Sensor de pressão do coletor de admissão |               |
| Sensor de fluxo de ar                    |               |
| Sensor de fase                           |               |
| Sensor de temperatura de arrefecimento   |               |
| Sensor de oxigênio                       |               |

| <b>Atuadores a desligar</b> | <b>Reação</b> |
|-----------------------------|---------------|
| Eletro injetores            |               |
| Bobina de ignição           |               |
| Cabos de vela               |               |
| Bomba de combustível        |               |
| Motor de passo              |               |





**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO  
PRETO  
ESCOLA DE MINAS  
DEPARTAMENTO DE CONTROLE E  
AUTOMAÇÃO E TÉCNICAS FUNDAMENTAIS  
ENGENHARIA MECÂNICA  
SISTEMAS TÉRMICOS**



**7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AUTOMOVEIS, FIAT. (2010). *Manual de reparação motor tetrafuel.*