



CENTRO DE MASSA: A PRÁTICA COMO ELEMENTO MOTIVACIONAL

Maris Stela C Silveira – mstela@unifei.edu.br

Wlamir C Oliveira – wlamir@unifei.edu.br

Universidade Federal de Itajubá, UNIFEI, Instituto de Engenharia Mecânica

Av BPS, 1303, Pinheirinho

37500901 – Itajubá - MG

Felipe G C Lima – felipe_gianotti@hotmail.com

Graduando do curso de Engenharia Mecânica, UNIFEI

***Resumo:** Um trabalho, dentro da disciplina Desenho Técnico com a visão multidisciplinar, é proposto aos alunos ingressantes no curso de Engenharia Mecânica da UNIFEI. A metodologia sequencial desde a elaboração de um desenho até a fabricação e a obtenção do centro de massa é focada de forma didática e com fins motivacionais. Esta apresentação prévia do conteúdo “chão de fábrica” aguça a curiosidade e valida a importância de práticas educacionais para o crescimento do aluno. A diversidade das etapas propostas neste trabalho contribui para alcançar as várias inteligências abordadas por Gardner proporcionando maiores oportunidades para o aprendizado.*

***Palavras-chave:** Desenho técnico, Centro de massa, Elementos finitos.*

1. INTRODUÇÃO

Desde o início dos tempos os símbolos e desenhos eram usados como formas de comunicação: o desenho artístico expressando ideias e estimulando a imaginação e o desenho técnico representando o objeto de maneira mais precisa. Devido à dificuldade de expressar “forma” e “dimensão” em linguagem escrita e falada, com o passar dos tempos, muitos sentiram a necessidade de padronizar a comunicação gráfica. Gaspar Monge, no século XVIII, pesquisou e apresentou um método de representação tridimensional do objeto sobre uma superfície bidimensional. Para favorecer o desenvolvimento da padronização internacional e facilitar o intercâmbio de produtos e serviços entre as nações, os órgãos responsáveis pela normalização em cada país, reunidos em Londres em 1947 criaram a Organização Internacional de Normalização (International Organization for Standardization – ISO). No Brasil, as normas técnicas editadas pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) são registradas pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) como normas NBR.

O processo da elaboração de um projeto passa pelo esboço, desenho traçado a mão livre onde a ideia inicial é apresentada, analisada e aprimorada. Na sequência o processo passa pela tradicional prancheta e acompanhando a evolução, busca a facilidade da representação através

Realização:



Organização:





de programas e ferramentas gráficas, proporcionando rapidez, facilidade na correção e na alteração de dados. Muitos educadores atuantes na área de projetos são favoráveis ao uso da prancheta no processo natural de aprendizagem. Esta etapa permite o desenvolvimento da habilidade visual do objeto no espaço e seu entendimento antes mesmo da imagem se concretizar no plano bidimensional. É importante que o projetista atento à normatização, ao tipo de material, aos processos de fabricação esteja aberto ao diálogo com a equipe de produção, reduzindo desta forma falhas e garantindo a qualidade final do produto, suportando a concorrência e a aceitação no mercado.

A disciplina Desenho Técnico é ministrada a todos os alunos dos Cursos de Engenharia da Instituição UNIFEI – Universidade Federal de Itajubá, sendo que as estratégias e os procedimentos didáticos são ajustados em função dos respectivos interesses dos vários Cursos. Métodos tradicionais baseados em aulas expositivas com a exigência de memorização têm se mostrado pouco eficientes para a motivação dos alunos. A competição crescente associado à evolução tecnológica impõe, ao mercado, tomadas rápidas de decisão. É deste meio competitivo que oriunda os alunos ingressantes nas universidades que necessita de processos dinâmicos e atraentes que despertem seu potencial. Neste contexto, uma metodologia motivacional é aplicada aos alunos do curso de Engenharia Mecânica, com o objetivo de despertar e motivar no aluno o interesse pelo aprendizado. A disciplina Desenho Técnico é ofertada aos alunos do primeiro ano que na grande maioria, diferentemente da realidade de 30 anos atrás, não possuem cursos profissionalizantes na área de mecânica/fabricação, portanto sem a vivência do ambiente de aprendizagem “oficina mecânica”. O trabalho descreve, passo a passo, a metodologia aplicada, envolvendo dentre outros fatores a multidisciplinaridade, elemento rico que acresce ao processo uma integração de áreas do conhecimento acarretando em cooperação e troca de informações. Parceria entre professora de Desenho Técnico e professor de Mecânica Vetorial – Dinâmica e Resistência dos Materiais e Método dos Elementos Finitos do Instituto de Engenharia Mecânica (IEM), aliado ao olhar diferenciado do graduando do curso de Engenharia Mecânica e de sua postura em “querer ser” resultou em experiência positiva onde a prática pode ser valorizada e aplicada.

Pelo fato dos alunos terem contato com alguns tópicos abordados somente em períodos mais avançados, é esperado que a atividade incute no ingressante o desejo do “aprender a aprender” e do “aprender a fazer” fatores tão importantes para o desenvolvimento e a formação acadêmica do indivíduo.

O trabalho em questão irá abordar, passo a passo, o processo proposto: o esboço, os desenhos na prancheta e no computador, a fabricação das peças na oficina mecânica, a medição da rugosidade da superfície e posteriormente o cálculo do centro de massa (CM). Como última etapa do processo, o aluno irá comparar o valor das coordenadas da posição do CM de vários corpos através da ferramenta gráfica computacional e também com o Método dos Elementos Finitos (MEF).

O MEF é um método numérico e tem sido uma ferramenta poderosa na solução de vários problemas da engenharia. A precisão dos resultados é, de forma geral, bastante satisfatória (ZIENKIEWICZ & MORGAN, 1993). Neste trabalho foi utilizado o elemento finito triangular com três pontos nodais, cujas funções de interpolação são definidas no sistema global de coordenadas (LOGAN, 1985).



2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Etapa 1 – O Projeto

Nesta primeira etapa, o aluno elabora o esboço e as projeções ortogonais das oito peças propostas neste trabalho. A “Figura 1” apresenta as projeções dispostas na forma literal.

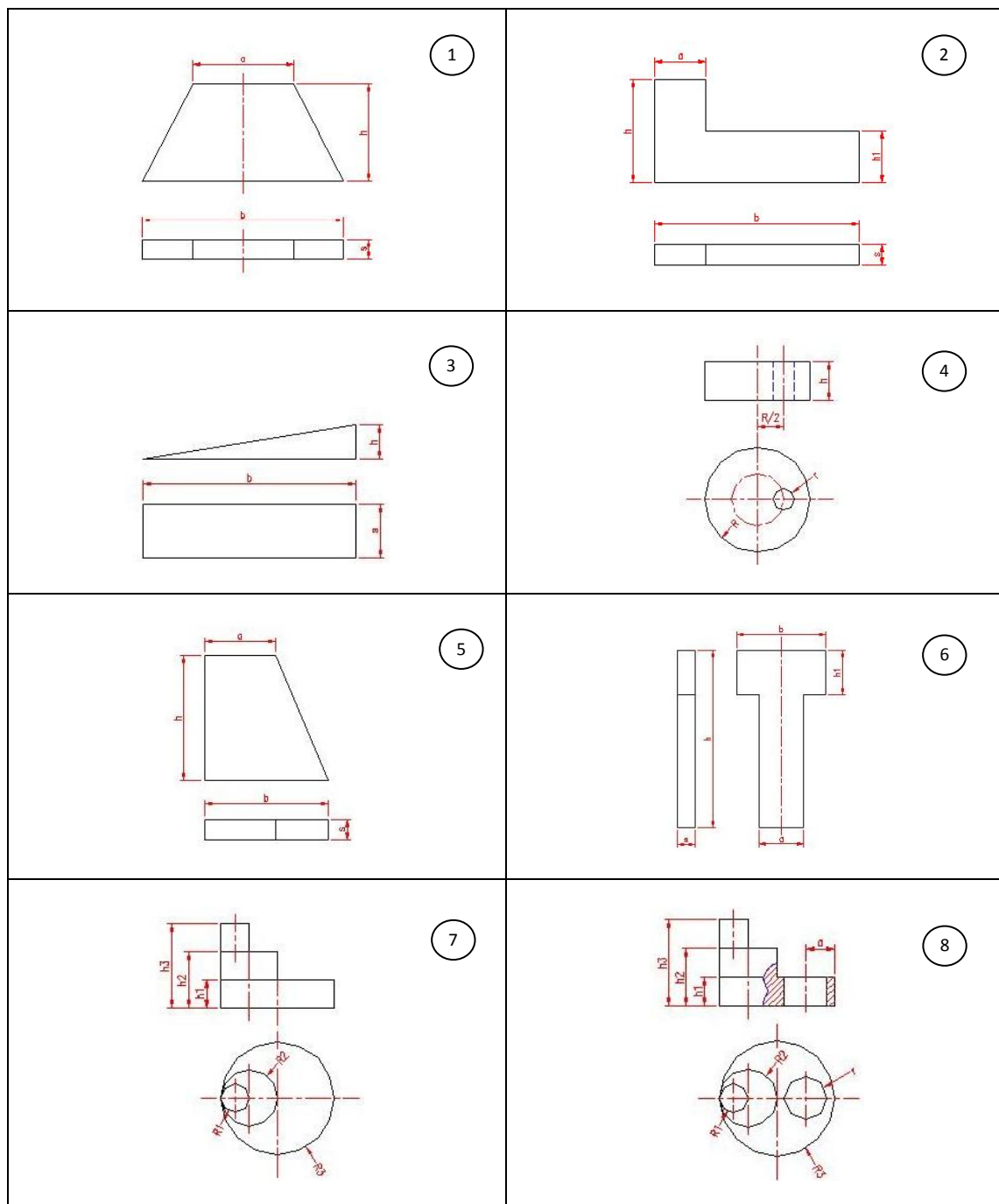


Figura 1 – Peças propostas na atividade



2.2. Etapa 2 - Centro de Massa

É proposta, nesta etapa, a obtenção do centro de massa (CM) das peças pelo método analítico. O CM é um ponto que, para efeito de alguns cálculos, se concentra toda a massa do corpo e o centro de gravidade (CG) é um ponto do corpo onde atua a força de gravidade. A “Figura 2” ilustra esta situação onde a massa é concentrada em um único ponto do objeto: seu centro de massa.

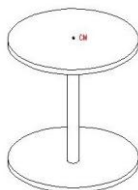


Figura 2 – Peça em equilíbrio estático

O CM é obtido a partir da Equação (1) como sendo:

$$k_{CM} = \frac{\int_m k dm}{\int_m dm} \quad \text{com } k = x, y, z \quad (1)$$

A “Figura 3” ilustra a obtenção do CM experimental a partir de um corpo plano pendurado por um ponto qualquer. Pelo ponto de apoio, traça-se uma linha vertical e repete-se o experimento tomando-se outro ponto de apoio como referência. A interseção entre as linhas traçadas verticalmente indica o centro de massa do objeto.

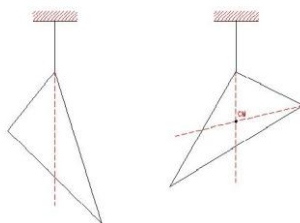


Figura 3 – Obtenção experimental do CM

A “Figura 4” ilustra o CM de uma peça simétrica. Observa-se que o CM do corpo cai sobre a linha que passa pelos centros de massa das partes componentes da peça (ASSIS, 2008).

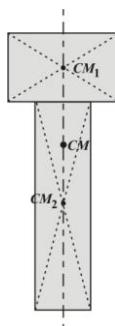


Figura 4 – Centro de massa passa pelo eixo de simetria da peça



A “Figura 5” ilustra algumas figuras simétricas onde o CM passa pelo eixo de simetria.

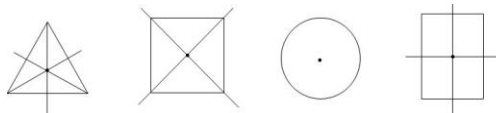


Figura 5 – Centro de massa de peças simétricas

Programa gráfico: obtenção do CM

Para efeito de comparação, o valor do CM foi calculado utilizando os programas gráficos: AutoCad e ProEngineer. A “Figura 6” apresenta, de maneira ilustrativa, as peças elaboradas pelo programa ProEngineer.

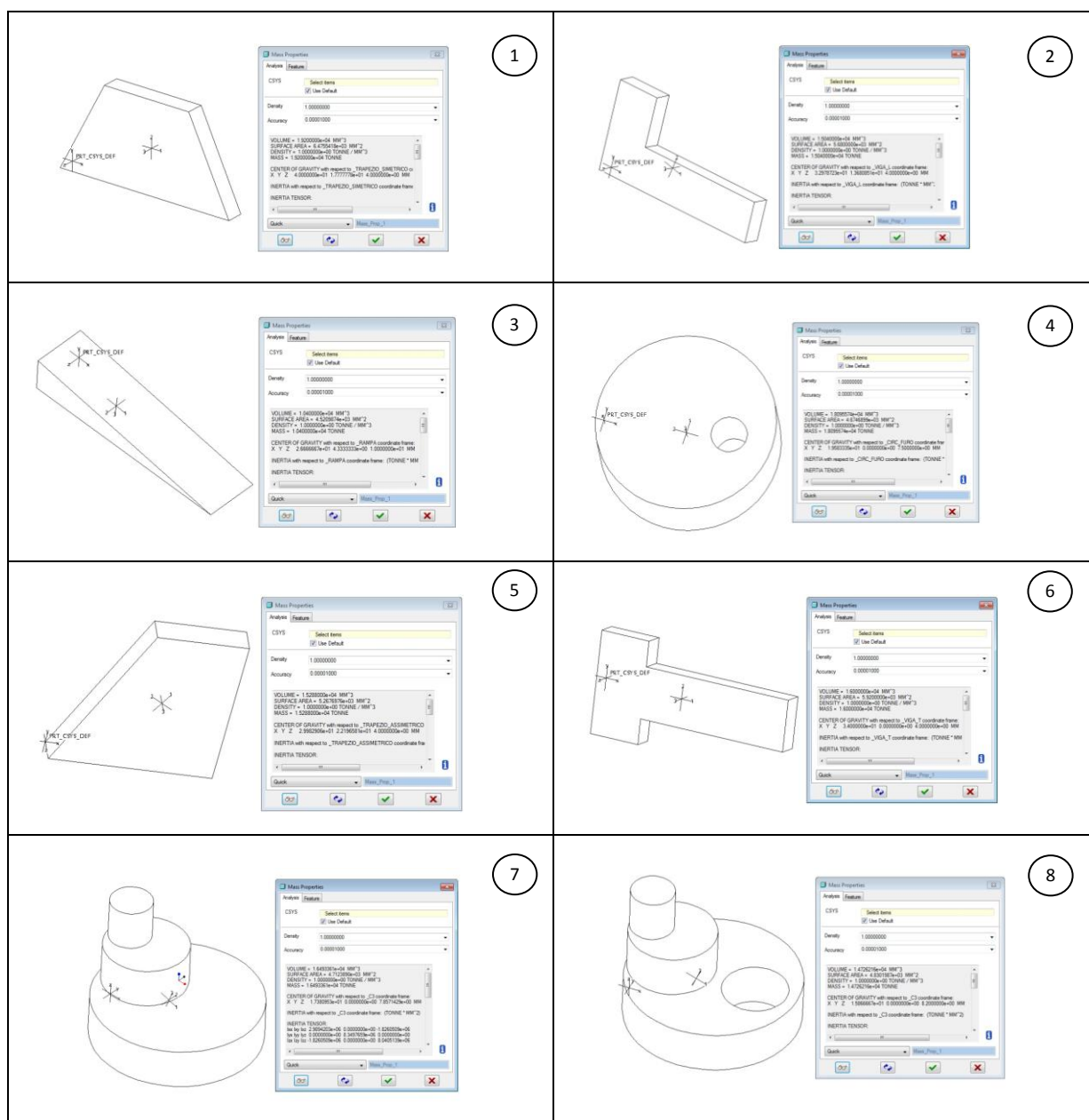


Figura 6 – Peças elaboradas pelo programa gráfico.



2.3. Etapa 3 – Fabricação

Para enriquecer o aprendizado, o aluno foi introduzido no ambiente “oficina mecânica”. Utilizando o alumínio como matéria prima, oito peças foram fabricadas, conforme ilustradas na “Figura 7”. Seis delas foram usinadas na fresadora universal e as demais na máquina CNC.



Figura 7 – Peças fabricadas na oficina mecânica da Instituição

Em uma máquina ferramenta universal, o operador controla, através de manípulos e alavancas, os movimentos das peças e/ou ferramentas utilizadas no processo de usinagem: liga a máquina, aproxima ferramenta, determina parâmetros de corte e os aplica, faz medições e o controle de qualidade da peça. Na máquina ferramenta com controle computadorizado, foto ilustrada na “Figura 8”, as informações são controladas por uma unidade de processamento central CPU, esquema apresentado na “Figura 9”. A entrada de dados é processada pelo teclado disponível no painel ou por um equipamento periférico. As instruções são descarregadas na memória RAM após gerenciamento da unidade central de processamento CPU. As informações processadas são passadas da CPU para um módulo de saída que por sua vez comunica a um sistema eletrônico que controla a movimentação da máquina. O procedimento executado é apresentado através de códigos normalizados pelas normas ISO 1056 e/ou pela norma DIN 66025 (SILVEIRA & SOUZA, 2005).



Figura 8 – Máquina CNC

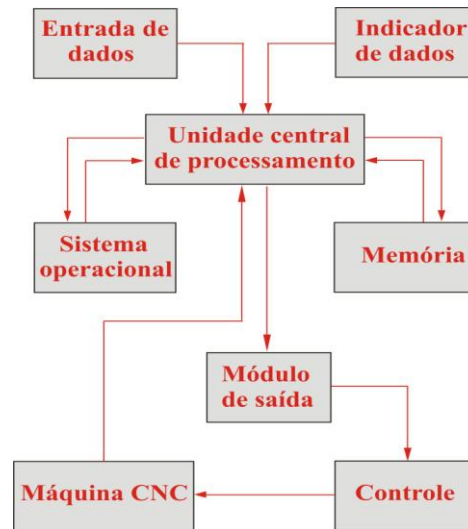


Figura 9 – Esquema de uma máquina CNC

2.4. Etapa 4 – O procedimento de fabricação da peça nº 7

Para efeitos didáticos é apresentado, nesta etapa, o procedimento de fabricação, medição de rugosidade e cálculo do CM da peça nº 7. A peça foi idealizada através do esboço, posteriormente projetada na prancheta com o uso dos instrumentos tradicionais e elaborada com o auxílio de softwares gráficos. A “Figura 10” ilustra uma das operações de fabricação.

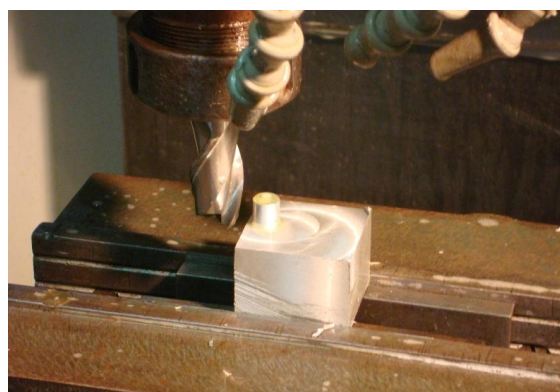


Figura 10 – Fabricação da peça nº 7

Posteriormente, a peça foi levada ao laboratório de metrologia para a medição da rugosidade das superfícies, ilustrada conforme “Figura 11”.



Figura 11 – Medição da rugosidade da peça

Para efeito de aprendizagem, foram feitas simulações para a escolha do diâmetro do furo para a fabricação da peça nº 8. Ressalta que o diâmetro escolhido foi o de 15 mm. A “Figura 12” apresenta algumas simulações realizadas com diâmetros diferentes.

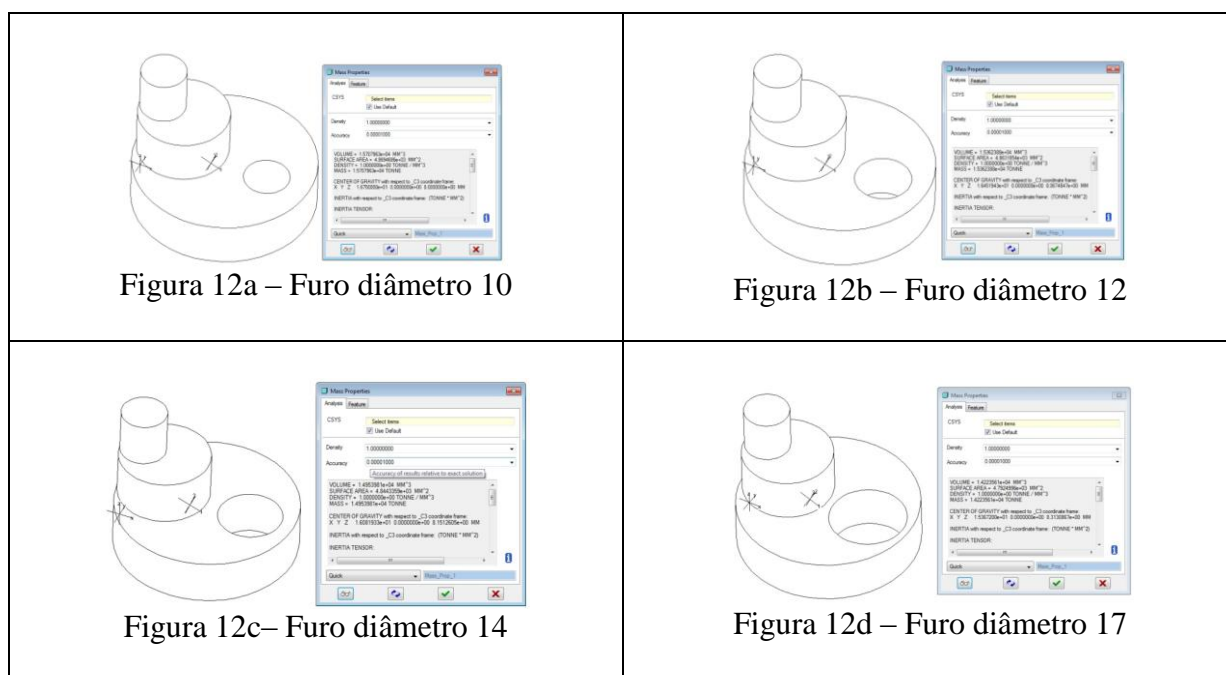


Figura 12 – Simulação para furação da peça nº 8

2.5. Etapa 5 – Posição de equilíbrio das peças

A “Figura 13” apresenta o procedimento “posição de equilíbrio”.

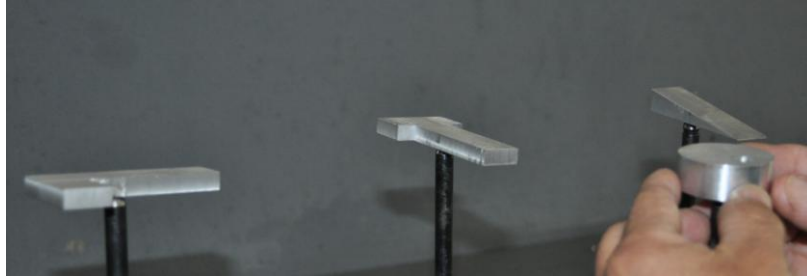


Figura 13 – Peças posicionadas no CM

3. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS

Os valores da posição do CM para as seis primeiras peças, determinados pelo método analítico, por software gráfico e pelo Método dos Elementos Finitos são mostrados conforme a “Tabela 1”.

Tabela 1 – Comparação do CM para as 6 primeiras peças

Medidas em [mm]	Método analítico	Método por Software gráfico	Método dos Elementos Finitos
Peça nº 1 a = 40; b = 80 h = 40; s = 8	$X_{CM} = 40,0000$ $Y_{CM} = 17,7778$ $Z_{CM} = 4,0000$	$X_{CM} = 40,0000$ $Y_{CM} = 17,7777$ $Z_{CM} = 4,0000$	$X_{CM} = 40,0000$ $Y_{CM} = 17,7800$ $Z_{CM} = 4,0000$
Peça nº 2 b = 80; a = 20 h = 40; h1 = 20; s = 8	$X_{CM} = 34,0000$ $Y_{CM} = 14,0000$ $Z_{CM} = 4,0000$	$X_{CM} = 34,0000$ $Y_{CM} = 14,0000$ $Z_{CM} = 4,0000$	$X_{CM} = 34,0000$ $Y_{CM} = 14,0000$ $Z_{CM} = 4,0000$
Peça nº 3 b = 80; h = 13 s = 20	$X_{CM} = 53,3333$ $Y_{CM} = 4,3333$ $Z_{CM} = 10,0000$	$X_{CM} = 53,3333$ $Y_{CM} = 4,3333$ $Z_{CM} = 10,0000$	$X_{CM} = 53,1250$ $Y_{CM} = 4,3160$ $Z_{CM} = 10,0000$
Peça nº 4 R = 20; r = 4 h = 15	$X_{CM} = -0,4167$ $Y_{CM} = 0,0000$ $Z_{CM} = 7,5000$	$X_{CM} = -0,4167$ $Y_{CM} = 0,0000$ $Z_{CM} = 7,5000$	$X_{CM} = -0,4167$ $Y_{CM} = 0,0000$ $Z_{CM} = 7,5000$
Peça nº 5 a = 28; b = 49 h = 50; s = 8	$X_{CM} = 19,7273$ $Y_{CM} = 22,7273$ $Z_{CM} = 4,0000$	$X_{CM} = 19,7273$ $Y_{CM} = 22,7273$ $Z_{CM} = 4,0000$	$X_{CM} = 19,7273$ $Y_{CM} = 22,7273$ $Z_{CM} = 4,0000$
Peça nº 6 b = 40; a = 20 h = 80; h1 = 20; s = 8	$X_{CM} = 20,0000$ $Y_{CM} = 46,0000$ $Z_{CM} = 4,0000$	$X_{CM} = 20,0000$ $Y_{CM} = 46,0000$ $Z_{CM} = 4,0000$	$X_{CM} = 20,0000$ $Y_{CM} = 46,0000$ $Z_{CM} = 4,0000$



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diferentemente de algumas décadas passadas, o aluno tem ingressado na universidade sem o conhecimento necessário da prática do projeto acarretando na necessidade de um atendimento individualizado. O professor, neste processo, atua como investigador e produtor de conhecimento coordenando e gerindo as diferenças e convergências. Buscando formas adequadas de integrar as tecnologias e procedimentos metodológicos à prática docente, um trabalho foi proposto dentro da disciplina de Desenho Técnico, onde a ampliação do espaço de aprendizagem “sala de aula” e a descoberta do espaço físico da universidade, o “ir além” e “o interagir” focaram a atividade. Habilidades foram trabalhadas, bem como o espaço de criação, de comunicação e expressão aliando teoria à prática educativa. A motivação gerada acarretou em maior interesse no curso escolhido. Desenhos foram elaborados na prancheta e com o auxílio do computador bem como cálculos analíticos do centro de massa. A obtenção experimental do CM pode ser testado e comprovado. Os resultados quando comparados, mesmo usando procedimentos diferenciados, foram praticamente os mesmos devido à simplicidade da geometria das peças acarretando em desvios percentuais muito pequenos (máximo de -0,40% no cálculo de y_{CM} para a peça nº 3, obtido pelo MEF com relação à solução analítica). Pode-se observar que o objetivo do trabalho foi alcançado. O aluno foi introduzido na oficina mecânica, teve contato com a fabricação, praticou o diálogo, a interatividade, teve o contato inicial com a ferramenta do método dos Elementos Finitos, fixou o conteúdo e trocou experiências. O aluno como agente ativo e o professor como parceiro na elaboração do conhecimento, se tornaram cúmplices neste processo ensino-aprendizagem.

Agradecimentos

Aos funcionários da oficina mecânica que auxiliaram na realização deste trabalho: José Edson de Souza operador da fresadora universal, José Cláudio Isaías operador do CNC e Wlamir Leandro O Giffoni do laboratório de metrologia. Ao funcionário do IEM Messias Tadeu Salgado, ao aluno Felipe G C Lima pelo interesse demonstrado, ao Prof. Wlamir Carlos de Oliveira, autor do programa de Elementos Finitos, que prontamente aceitou a parceria e a FAPEMIG pelo apoio financeiro concedido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, A.K.T. Arquimedes, o Centro de Gravidade e a Lei da Alavanca. 2008. Disponível em: <<http://www.ifi.unicamp.br/~assis/Arquimedes.pdf>>. Acesso: maio de 2012.

LOGAN, R L. A First Course in the Finite Element Method, PWS-KENT Publishing Company, Boston, 1985.

SILVEIRA, M S C; SOUZA, M A. Desenho Técnico: proposta motivacional. In GRAPHICA, VI International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design e 17º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico, 2005, Recife.

ZIENKIEWICZ, O. C. and MORGAN, K. Finite Elements and Approximations, A Wiley-Interscience Publication, New York, 1993.



CENTER OF MASS: THE PRACTICE AS A MOTIVATIONAL COMPONENT

Abstract: *An essay, which has a multidisciplinary approach within the Technical Drawing subject, is offered to the Mechanical Engineering freshman students at UNIFEI. The sequential method since the establishment of a drawing until the manufacturing and obtaining the center of mass is focused on teaching and motivational purposes. This preview of the content "industry floor" sharpens the curiosity and validates the importance of educational practices for the student's development. The diversity of the steps proposed in this paper contributes to achieving the various intellects approached by Gardner providing greater opportunities for the learning.*

Key-words: *Technical drawing, Center of mass, Finite elements.*