

CALC-USI: DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA USO COMO UMA METODOLOGIA ATIVA PARA O ENSINO DE APRENDIZAGEM

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4642

Guilherme Rodrigues Santana - guilherme.rodrigues@discentes.fat.uerj.br
Universidade Do Estado Do Rio de Janeiro

kallebe granato guerra - kallebe.granato1@gmail.com
Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Monique Osorio Talarico da Conceição - monique.osorio@fat.uerj.br
UERJ

Resumo: Atualmente, com a necessidade de formação de engenheiros mais capacitados para o mercado de trabalho e a demanda por melhorias no ensino do curso de Engenharia Mecânica, a utilização de metodologias ativas consolidadas, que não dependem apenas do corpo docente como agente ativo e único na transmissão do conhecimento, tem se mostrado benéfica. Neste estudo, foi desenvolvida a Calc-Usi, uma ferramenta computacional baseada em planilhas eletrônicas com o software Microsoft Excel 2019, cujo objetivo é obter os valores teóricos dos parâmetros de usinagem solicitados em atividades propostas pelos professores. Para essa abordagem educacional, foram inseridas imagens tridimensionais como suporte no processo de compreensão e identificação de cada variável. Como resultado, a Calc-Usi reduziu a quantidade de dúvidas e aumentou as taxas de aprovação, demonstrando que a aplicação dessa ferramenta computacional contribui para a melhoria do ensino no curso de Engenharia Mecânica.

Palavras-chave: Metodologia Ativa de Ensino; Usinagem; Calculadora; Representações Tridimensionais

CALC-USI: DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA COMPUTACIONAL PARA USO COMO UMA METODOLOGIA ATIVA PARA O ENSINO DE APRENDIZAGEM

1 INTRODUÇÃO

No ramo industrial, é frequente a procura por profissionais com amplo conhecimento dos processos de fabricação, capazes de desempenhar suas atividades de maneira eficiente e com alta qualidade. Nesse sentido, a incorporação de novas ferramentas torna as aulas mais dinâmicas, permitindo uma abordagem diferenciada, que inclui elementos presentes no dia a dia de um ambiente profissional industrial. Dessa forma, o aluno passa a participar de forma mais ativa, tornando-se também um agente ativo no processo de aprendizagem, o que desvia o foco do professor durante 100% do tempo.

Cada vez mais as instituições de ensino aplicam diferentes metodologias de ensino para atender às exigências do mercado. O Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), por exemplo, em uma de suas disciplinas de processos de fabricação divide a carga horária total da disciplina em diferentes abordagens: aulas teóricas (40%), aula em laboratório e relatórios (30%), encontros do grupo e apresentação dos projetos feitos na disciplina (20%) e trabalho extraclasse (10%) (CHUN; KIM 2004). Outra instituição de ensino americana de grande prestígio é o Instituto de Tecnologia da Califórnia (CALTECH), a proposta de lá é o aluno ter uma carga horária entre aulas teóricas e práticas, com foco no desenvolvimento de habilidades dos alunos a partir da formulação de problemas, por exemplo (TOLOCZKO; GONÇALVES; BARALDI 2019).

No Brasil existem diversos trabalhos na literatura que apresentam o uso de metodologias ativas para o ensino de engenharia. Um exemplo dessa aplicação pedagógica, é o projeto de elaboração de textos técnicos no curso de engenharia (ARIENTI, L.; CUPELLO, C.; ARIENTI, S 2005), os quais mostram a importância da produção de artigos em aula. Tendo como objetivo a capacitação dos alunos no processo de elaboração de artigos com temáticas diversas (ARIENTI, L.; CUPELLO, C.; ARIENTI, S 2005).

Rocha entre outros elaboraram uma metodologia ativa de ensino no qual a palmeira de Miriti foi utilizada como objeto de estudo para desenvolver ferramentas de corte sustentáveis para a aplicação em sala de aula como uma alternativa aos materiais convencionais. Já que a utilização de materiais convencionais não surtiria o mesmo resultado devido as exigências dos processos, pelos alunos não entender o processo de produção de ferramentas de corte e a praticidade em questão de logística e preço (ROCHA; GOMES; SILVA; ANDRADE; SILVA; VILHENA; PEREIRA; FUJIYAMA 2018).

Atualmente com a existência de softwares acadêmicos garantem melhoria no processo de aprendizagem, tendo como características, vasto banco de dados, amplo campo de pesquisa direcionado e uma apresentação visual clara e intuitiva (MAZIERO; ANDRADE; RUBIO 2020). O propósito da aplicação desses aplicativos educacionais de acordo com o (PARDANJAC; KARUOVIĆ; ELEVEN 2018), é o aumento da qualidade de ensino e garantir o aumento da motivação dos alunos comparado a metodologia pedagógica tradicional e não marcar o corpo docente como único elemento ativo de ensino no fluxo de conhecimento (COCOVI-SOLDBERG; WALLER 2011).

Contextualizando, este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento da Calc-Usi sendo uma ferramenta computacional a partir de planilhas eletrônicas que calculam os parâmetros de usinagem para os processos de torneamento, com o objetivo de incentivar a utilização da mesma nas aulas da disciplina de Tecnologia de Fabricação II que faz parte da grade curricular do curso de Engenharia Mecânica da Faculdade de Tecnologia-FAT da UERJ.

2 METODOLOGIA

Para este trabalho, foi utilizado uma combinação de metodologias que envolveram o uso do portfólio de equações de parâmetros de usinagem (Sumitomo Eletric Group), software de planilhas eletrônicas Microsoft Excel e o software CATIA V5R20. Essas metodologias combinadas forneceram uma abordagem mais abrangente para provocar as dúvidas e instigar o processo de aprendizagem na disciplina

2.1 Equações

Todas as equações fundamentais e específicas, necessárias para a obtenção teórica dos parâmetros de usinagem, foram cuidadosamente extraídas do formulário de equações desenvolvido pela empresa Sumitomo Eletric Group. Delas foram dispostas nas tabelas 1 e 2, onde se apresentam de forma clara e organizada cada significado das abreviações de variáveis, fornecendo uma base sólida para o cálculo preciso e confiável dos parâmetros necessários.

Tabela 1 – Principais parâmetros de processos de usinagem convencional

Parâmetros	Equação	Parâmetros
Potência Requisitada	$P_c = \frac{V_c \cdot f \cdot ap \cdot K_c}{60 \cdot 1.000 \cdot \left(\frac{\eta}{1000}\right)}$	V_c = Velocidade de corte f = Avanço
Velocidade de Corte	$V_c = \frac{\pi \cdot Dm \cdot n}{1.000}$	ap = Espessura K_c = Força específica de corte
RPM	$n = \frac{V_c \cdot 1.000}{\pi \cdot Dm}$	n = Rotações por minuto
Avanço da mesa	$f = \frac{l \cdot \pi \cdot Dm}{V_c \cdot 1.000}$	η = Eficiência Dm =Diâmetro
Rugosidade teórica	$h = \frac{f^2 \cdot 1.000}{8 \cdot Re}$	l = Comprimento do corte axial
Potencia	$h = \frac{P_c}{0.75}$	Re =Raio da ferramenta
Taxa de remoção de material	$Q = V_c \cdot f \cdot ap$	Q = Vazão do material usinado
Força de corte	$P = \frac{K_c \cdot f \cdot ap}{1.000}$	P_c = Potência requisitada

Fonte: Adaptado do catálogo Sumitomo Eletric Group

Tabela 2 - Parâmetros relacionados ao tempo de corte para as operações de torneamento.

Operação	T_c Referenciando RPM	Parâmetros
Torneamento cilíndrico Externo	$T_c = \frac{60 \cdot l}{f \cdot n}$	l = Comprimento do corte axial f = Avanço
Faceamento	$T_c = \frac{60 \cdot (D1 - D2) \cdot N}{2 \cdot f \cdot n}$	n = Rotações por minuto da peça usinada N = Passo
Sangramento	$T_c = \frac{60 \cdot (D1 - D2)}{2 \cdot f \cdot n}$	$D1$ = Diâmetro maior
Torneamento de Corte	$T_c = \frac{60 \cdot D1}{2 \cdot f \cdot n}$	$D2$ = Diâmetro Menor

Fonte: Adaptado do catálogo Sumitomo Electric Group

2.2 Software – Planilhas eletrônicas

Para criação da Calc-Usi foi utilizado o software da Microsoft Excel 2019 (MICROSOFT CORPORATION, 2023), onde foi inserido as equações fornecidas pelo catálogo (Sumitomo Electric Group). As etapas foram:

- Montagem das células, inserindo as equações corretamente e realizando a verificação;
- Ambientação da planilha, processo de padronização da planilha, deixando-a menos poluída e mais intuitiva;

2.3 Representação 3D

Foi utilizado o software CATIAV5R20 para a criação de imagens 3D das representações técnicas dos parâmetros dimensionais mais usuais, para o melhor entendimento dos alunos;

- Elaboração de peças, nesta etapa não houve preocupação nas medidas pois o objetivo seria a visualização dos vetores;
- Montagem das vistas padronizadas, para demonstração dos vetores que serão calculados;

2.4 Edição 3D

Para a esquematização tridimensional dos vetores e permitir a visualização de parâmetros primordiais foi utilizado o software Adobe Photoshop 2019, propondo melhor entendimento ao corpo discente;

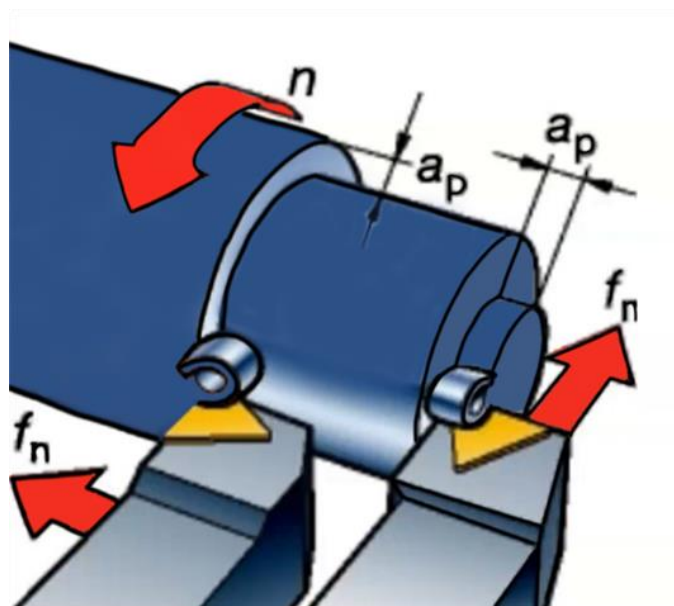
- Elaboração do corpo da peça, onde nesta parte a ideia era deixar nítido o corpo da peça para que fosse possível inserir os vetores;
- Inserção das setas e cotas com as respectivas abreviações;
- Preenchimento, para tornar mais visual foi utilizado colorações mais chamativas;

3 Resultados e discussão

A calculadora criada (Calc-Usi) foi elaborada por dois alunos bolsistas do curso de Engenharia Mecânica da FAT-UERJ. Um dos alunos já tinha cursado a disciplina onde a calculadora iria ser utilizada e o outro aluno tinha conhecimento dos processos de

A Figura 2 de vetores de usinagem desempenha um papel crucial nas operações de torneamento de materiais, fornecendo informações visuais valiosas para a compreensão e otimização do processo de obtenção de perfis. Com sua ajuda, é possível alcançar resultados superiores em termos de aprendizado educacional, possibilitando o entendimento de forma tridimensional as diferentes variáveis de um processo de torneamento, assim contribuindo consideravelmente aos estudantes no processo de otimização, compreensão e retenção do conhecimento sobre um tema frequentemente tido como abstrato pelos mesmos (DAMASCENO; MELO 2010).

Figura 2 – Esquemática dos principais vetores



Fonte: Adaptado do Adobe Photoshop 2019

3.3. Resultados no ensino-aprendizagem

A Calc-Usi foi aplicada durante uma aula da disciplina de Tecnologia de Fabricação II do curso de Engenharia Mecânica da FAT-UERJ no semestre de 2022-2. Apesar da disciplina pertencer ao sétimo período, os alunos que estavam cursando a disciplina eram de períodos distintos. Todos já tinham cursado disciplinas básicas da área de materiais e processos de fabricação. No primeiro momento, foi apresentado as definições e equações dos parâmetros de usinagem do torneamento de forma expositiva, com uso de slides. Logo depois, foi apresentado aos alunos a Calc-Usi. Os alunos que criaram a calculadora fizeram uma breve apresentação explicando como foi o processo de criação da calculadora por meio das planilhas eletrônicas.

Foi realizada a atividade proposta que está descrita no item 4 deste artigo. Os alunos tiveram 40 min para realização da atividade. Ao final, eles apresentaram os resultados e sugeriram melhorias para a Calc-Usi que foram implementadas e já fazem parte da versão apresentada neste artigo.

O uso da calculadora possibilitou uma maior participação dos alunos no processo de ensino-aprendizagem, tornando a aula mais dinâmica e atrativa. Nesse contexto, é notável que muitos dos estudantes do curso de Engenharia Mecânica, que já realizam estágios e

utilizam diversas ferramentas computacionais em sua rotina de trabalho, buscam disciplinas que promovam uma experiência mais próxima da realidade de sua futura atuação profissional. Essa demanda reflete a necessidade de proporcionar um ambiente acadêmico alinhado às práticas e ferramentas utilizadas na indústria, enriquecendo a formação dos futuros engenheiros mecânicos.

4 Atividade Proposta

Pelo fato da Faculdade de Tecnologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (FAT-UERJ) estar inserida no polo industrial, a atividade contextualiza o papel do engenheiro mecânico dentro das empresas de usinagem. Diversos exercícios podem ser elaborados para a utilização da Calc-Usi.

Exemplo de atividade está apresentado a seguir:

Questão - Localizada no polo industrial de Resende uma empresa responsável pela produção de pistões feitos de alumínio, recebeu uma ordem de serviço para a realização do acabamento de 100 peças. Conferindo no procedimento operacional que o processo de acabamento conta com a operação de torneamento longitudinal e o faceamento, calcule o tempo de corte teórico e escolha o material da ferramenta que será utilizada.

Tabela 3 – Tabela de Velocidade de Corte

Materiais	Desbaste	Acabamento	Roscar Recartilhar
Aço 0,35%C	25	30	10
Aço 0,45%C	15	20	8
Aço extra duro	12	16	6
Ferro fundido maleável	20	25	8
Ferro fundido gris	15	20	8
Ferro fundido duro	10	15	6

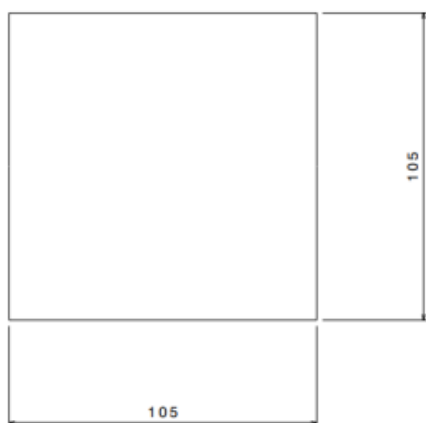
Fonte: Adaptado de (ALVES)

Tabela 4 – Tabela de avanços

Avanços recomendados de acordo com diâmetro da peça			
Diâmetro em milímetro	Desbaste	Acabamento	Sangramento
10 a 25	0.1	0.05	0.05
26 a 50	0.2	0.1	0.1
51 a 75	0.25	0.15	0.1
76 a 100	0.3	0.2	0.1
101 a 150	0.45	0.3	0.2
151 a 300	0.5	0.3	0.2

Fonte: Adaptado de (MEDEIROS)

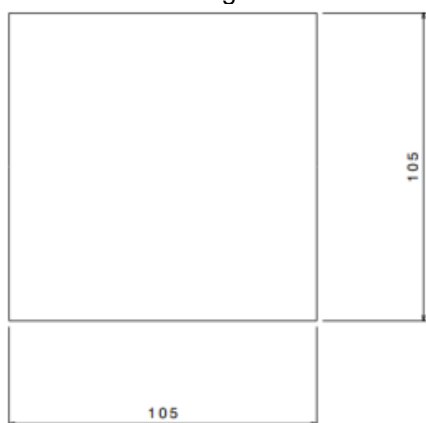
Figura 3 – Desenho antes do processo de acabamento



Fonte: Adaptado de CATIAV5R20



Figura 4 – Desenho depois do processo de acabamento



Fonte: Adaptado de CATIAV5R20



5 CONCLUSÃO

A utilização da Calc-Usi nas aulas teóricas de usinagem tem sido de grande valia para promover a melhoria no processo de aprendizagem na disciplina de Tecnologia de Fabricação II do curso de Engenharia Mecânica da FAT-UERJ. Como resultado, foi possível simular no ambiente acadêmico às necessidades reais do mercado. Essa abordagem integrada promoveu uma transição mais suave entre a teoria e a prática, capacitando os alunos para se destacarem em suas carreiras e contribuírem de forma significativa para o avanço da Engenharia Mecânica.

5 REFERÊNCIAS

ALVES, C. C. **TUS – Tecnologia de Usinagem**. Disponível em: http://claudemiralves.weebly.com/uploads/3/8/6/2/3862918/exerc%C3%8Dcio_1-p%C3%93s_p1_-_tus_-_ifsp.pdf.

ARIENTI, L. L.; CUPELLO, C. R. P.; ARIENTI, S. R. R. A elaboração de artigos técnicos como item de avaliação na graduação em engenharia. In: XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, Campina Grande. **Anais do XXXIII**.

Campina Grande. Disponível em:
<http://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/14/artigos/RJ-7-49456970787-1118689393679.pdf>. Acesso em 10jun.2023.

CHUN, J. H.; KIM, S. G. **Design and Manufacturing II. Massachusetts Institute of Technology: MIT OpenCourseWare**. Disponível em: <https://ocw.mit.edu/>

COCOVI-SOLBERG, D. J.; MIRÓ, M. CocoSoft: educational software for automation in the analytical chemistry laboratory. Anal Bioanal Chem. 407: 6227. 2015.

MAZIERO, R.; ANDRADE, G. D. O.; RUBIO, J, C, C. Novas tecnologias: O uso de softwares educacionais no ensino de aprendizagem da furação de materiais compósitos. In: RETEC REVISTA DE TECNOLOGIAS, Ourinhos. Disponível em: <https://www.fatecourinhos.edu.br/retec/index.php/retec/article/view/311>. Acesso em 10jun.2023.

MEDEIROS, G. P.; Material didático de processos de fabricação de usinagem. Disponível em:
https://docente.ifsc.edu.br/gianpaulo.medeiros/MaterialDidatico/Processos%20de%20Fabrica%C3%A7%C3%A3o%20I/Usinagem/Aula%205/Parametros_de_corte.pdf.

ROCHA, T. O. S.; GOMES, I. S.; SILVA, D. S.; ANDRADE, J. S.; SILVA, F. X. L.; VILHENA, E. S.; PEREIRA, L. C. O.; FUJIYAMA, R. T. Uso sustentável da palmeira de miriti como matéria prima e ferramenta didática no ensino aprendizagem em disciplina de usinagem na engenharia mecânica. In: XLVI Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia, 2018, Salvador – **Anais**. Salvador. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BASR/article/view/825>. Acesso em 10jun.2023.

TOLOCZKO, F. R.; GONÇALVES, M. C. C.; BARALDI, E. C. Seleção de metodologias de ensino para processos de usinagem, baseada em programas de graduação brasileiros e estrangeiros. Revista de Ensino de Engenharia, v. 39, n. 2, p. 108-118. 2019