



METROLOGIA ATIVA: ENSINO DE MEDIÇÃO UTILIZANDO PEÇAS FEITAS À PARTIR DE IMPRESSÃO 3D NO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBIENGE.2025.6233

Autores: JÉSSICA VICENTE LUIZ, ANA CAROLINA BRASIL DA SILVA, GABRIELA MACHADO GUIMARÃES FERREIRA

Resumo: O estudo da metrologia é essencial na formação do curso de Engenharia Mecânica, pois garante o entendimento sobre a precisão e qualidade de peças e processos realizados no dia-a-dia comum do engenheiro mecânico. Para tornar o ensino mais prático e dinâmico, alunos da Faculdade Serra Dourada, em Lorena - SP, do Grupo Trivento Educação participaram de uma atividade prática que integrou metrologia com a impressão 3D polimérica. Protótipos foram modelados no SketchUp, preparados no PrusaSlicer e impressos em 3D. Divididos em grupos, os alunos realizaram medições com régua graduada e paquímetro de precisão, permitindo o cálculo do erro de medição, média ponderada e desvio padrão. Cada participante executou ao menos uma medição completa, promovendo o uso prático dos instrumentos e a discussão sobre erros grosseiros e sistemáticos. Além disso, os alunos puderam discutir sobre a capacidade de medição de cada um dos instrumentos disponíveis. A atividade ajudou na compreensão de conceitos como p

Palavras-chave: metrologia, impressão 3D, metodologia ativa.

METROLOGIA ATIVA: ENSINO DE MEDIÇÃO UTILIZANDO PEÇAS FEITAS À PARTIR DE IMPRESSÃO 3D NO CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA

1 INTRODUÇÃO

Por definição, a metrologia é a ciência do medir, e base fundamental para a engenharia mecânica, pois garante a precisão e controle dimensional exigidos em projetos e processos. O domínio dessa ciência e dos instrumentos que a envolvem é essencial para a formação dos engenheiros, tornando-os capazes de atuar com confiabilidade em ambientes industriais e acadêmicos (MENDES; ROSÁRIO, 2019). No entanto, aprender sobre as teorias e técnicas de metrologia através de aulas puramente expositivas pode tornar a experiência desestimulante para os estudantes, especialmente quando se observa um cenário educacional frisado pela hiperconectividade e uso constante de tecnologias digitais (DIAS *et al.*, 2025; OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2020; SILVA, 2018).

Nesse sentido, a utilização de metodologias ativas tem se mostrado eficaz em fazer com que os discentes sejam mais participativos, promovendo maior autonomia e favorecendo associação significativa do conteúdo (DE OLIVEIRA *et al.*, 2017; SEBOLD *et al.*, 2010). A introdução de atividades práticas, em conjunto com os ensinamentos teóricos, contribui para a consolidação dos conhecimentos e para uma experiência mais enriquecedora para os estudantes. Uma dessas possibilidades é o uso de peças feitas por impressão 3D como recurso didático, com peças tridimensionais personalizadas, acessíveis e que permitem o manuseio e aplicação direta dos conceitos estudados (FIGUEIREDO; CESAR, 2022; MORANDINI; DEL VECCHIO, 2020).

Diante do apresentado, o presente trabalho tem como objetivo relatar a aplicação da impressão 3D como ferramenta didática no ensino da disciplina de Metrologia e Controle Dimensional, no curso de Engenharia Mecânica. A proposta foi unir fundamentos teóricos e atividades práticas dentro do conceito de metrologia com o auxílio de protótipos impressos em 3D, para promover maior compreensão dos conceitos de medição, precisão, erro e tolerância dimensional. A experiência foi avaliada a partir de um questionário aplicado aos estudantes, buscando analisar o impacto da abordagem no processo ensino-aprendizagem.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Metrologia e sua definição

A metrologia é a ciência que abrange todo o processo de medição, englobando desde o princípio de medida, os instrumentos utilizados, os métodos empregados, os possíveis erros associados e até as normas que regulamentam e garantem a confiabilidade do processo. É vital para o comércio nacional e internacional, pois garante que as indústrias adotem dimensões padronizadas, facilitando as transações comerciais sem que haja confusão entre seus produtos. Um exemplo são as peças automotivas, que em sua maioria são importadas de diferentes países. Sem um padrão de medição a ser seguido, essas peças poderiam não ser compatíveis, causando problemas na hora de montar o veículo e impactando na cadeia produtiva (ENTIB, 2025).

Basicamente, o processo de medição envolve um elemento a ser analisado (objeto, fenômeno, substância), um instrumento ou conjunto de instrumentos adequados, uma unidade

15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025
CAMPINAS - SP

de medida e o analista responsável pela leitura dos dados (MENDES; ROSÁRIO, 2019). Inevitavelmente, toda medição está sujeita a erros, que podem ser sistemáticos, aleatórios ou grosseiros. Os erros sistemáticos são provenientes de fatores como a falta de calibração dos instrumentos ou a escolha do método de medição, sendo caracterizados por um padrão repetitivo e previsível. Já os erros aleatórios são provenientes de fatores externos, como a variação de temperatura, e ocorrem de maneira imprevisível, sendo complexa sua correção. Por fim, os erros grosseiros resultam de falhas humanas, como leituras ou registros incorretos, e podem ser evitados com prática e atenção.

Para o engenheiro mecânico, saber metrologia, seus conceitos e aplicação, é essencial. No mercado de trabalho, irá enfrentar desafios e projetos em que a medição desempenha um papel fundamental. Dominar o uso dos instrumentos de medição tornará esse profissional mais capacitado para executar tarefas com precisão, aumentando sua produtividade. Além disso, a compreensão aprofundada da metrologia fará com que ele seja mais crítico na hora de avaliar as demandas, e terá plena confiança em suas decisões (DOBILIENÈ; MESKUOTIENE, 2024).

2.2 Metodologias Ativas

A metodologia tradicional de ensino tem como centro o professor, que transmite seus ensinamentos através de aulas predominantemente expositivas, enquanto os alunos assumem o papel de ouvintes. Embora tenha sido e, em alguns casos, continue sendo um modelo amplamente utilizado, as demandas educacionais vêm evoluindo, exigindo que as abordagens envolvem mais a participação dos estudantes. Assim, as metodologias ativas surgem como uma alternativa eficaz, centralizando o aluno e incentivando sua autonomia e colaboração (DE OLIVEIRA *et al.*, 2017).

O avanço da tecnologia tem impulsionado cada vez mais as mudanças dentro de sala de aula. Com fácil acesso à internet e o uso frequente de *smartphones*, os professores precisam inovar em seus métodos de ensino para atrair a atenção dos estudantes e conseguir transmitir seus conhecimentos (DIAS *et al.*, 2024). Nesse contexto, diversas metodologias ativas vêm se desenvolvendo e sendo utilizadas, como a sala de aula invertida, aplicação de problemas práticos em sala de aula ou utilizar o próprio smartphone como ferramenta didática, para que o ensino seja mais dinâmico.

Souza *et al.* (2025) realizaram um estudo investigativo sobre a aplicação das metodologias ativas no ensino superior, a partir de buscas em diversas bases de dados como SciELO, PubMed e periódicos da CAPES. Os autores identificaram que essas metodologias são amplamente utilizadas na área da saúde, mas apontam a necessidade de mais pesquisas na área de exatas para ampliar as percepções sobre sua eficácia em diferentes campos do conhecimento. Apesar dessa lacuna, os resultados indicam que as metodologias apresentam alta eficiência em promover maior capacitação dos estudantes.

2.3 Histórico e impacto da Impressão 3D

As tecnologias surgem com a necessidade humana de realizar tarefas que seriam impossíveis, ou exigiram grande esforço e tempo, de forma prática e eficiente. Nesse sentido, para suprir a necessidade de produzir peças poliméricas de forma rápida surgiu a ideia da impressão 3D. A primeira impressora 3D é relatada na década de 1980, com os estudos do engenheiro Charles Hull, e foi chamada de *estereolitografia*. Mais tarde, em 1986, Hull abriu sua primeira empresa de impressão 3D. Desde então, essa tecnologia tem ganhado espaço e notoriedade, por sua praticidade e capacidade de adaptação a diferentes necessidades (MORANDINI; VECCHIO, 2020).

15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025
CAMPINAS - SP

Para funcionar, uma impressora 3D necessita de um modelo digital tridimensional da peça a ser impressa, desenhado em softwares como *Autodesk AutoCAD*, *SolidWorks*, *SketchUp*, entre outros. O arquivo gerado, geralmente em formato STL ou OBJ é, então, transferido para um software de fatiamento, como *Ultimaker Cura*, *PrusaSlicer*, *Simplify3D*. O fatiamento consiste em dividir o objeto desenhado em camadas horizontais, em que a quantidade depende das dimensões da peça e da sua complexidade. Por fim, a impressora equipada com o arquivo fatiado e da matéria-prima, que pode ser polimérica, cerâmica ou metálica, deposita sucessivamente camada por camada até formar o objeto final (FIGUEIREDO; CESAR, 2022; MORANDINI; VECCHIO, 2020).

Sua versatilidade permite que a impressora 3D seja empregada em diversos campos de aplicação, como na medicina, na engenharia e na construção civil, ampliando seu alcance e despertando o interesse de novos admiradores. No meio acadêmico, sua utilização abre espaço para novas frentes inovadoras de pesquisa e estimula a criatividade dos estudantes, impulsionando descobertas e soluções tecnológicas.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

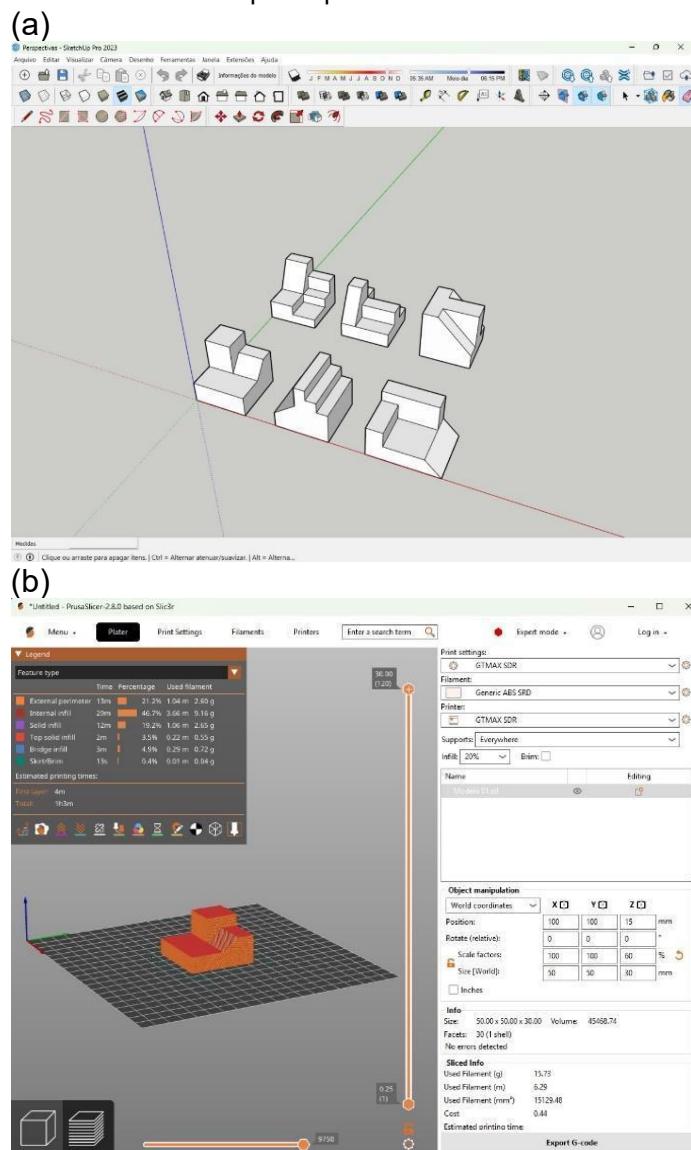
A atividade prática de medir peças em 3D aplicada para a turma Metrologia e Controle Dimensional do curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Serra Dourada do Grupo Trivento Educação. Vale ressaltar, que esta é uma disciplina teórica do curso, porém entende-se que a realização de atividades práticas junto a teoria para despertar o maior interesse dos discentes, além da consolidação da teoria e prática. Esta atividade prática foi escolhida com o intuito de despertar nos alunos o interesse pela área de metrologia. A motivação veio em formar profissionais capazes de realizar da melhor maneira seus ofícios. Para a parte prática, a turma com 15 alunos foi dividida em grupos com quatro pessoas e feita a distribuição das peças. Os modelos dos protótipos de impressão 3D foram feitos utilizando o software *SketchUp*, apresentado na Figura 1-a, que permite fazer desenhos em 3D de maneira fácil e intuitiva devido à sua interface amigável. Já os arquivos de impressão e o fatiamento foram feitos no software *PrusaSlicer*, apresentados na Figura 1-b, que converte os arquivos em 3D em instruções específicas para a impressora. As peças foram impressas utilizando a impressora de modelagem por deposição fundida de filamentos termoplásticos GTMax3D e filamento ABS. Com as peças em mãos, os alunos ficaram responsáveis por realizar as medições tanto com a régua graduada quanto com o paquímetro, registrando ambos os resultados em tabelas no *Excel*. Após a finalização de todos os grupos, os resultados foram discutidos, enfatizando os conceitos aprendidos e auxiliando na interação entre alunos e ferramentas. Depois da realização da etapa prática, também foi realizado um questionário para entender suas dificuldades, saber suas impressões e sugestões para as próximas experiências. Além do aprimoramento da atividade prática para as próximas realizações com as demais turmas. As perguntas aplicadas no questionário estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Perguntas aplicadas para a turma de Metrologia e controle dimensional após a realização da aula prática.

1- Vocês gostaram de ter uma parte prática na matéria de metrologia?
2- Acharam difícil utilizar os instrumentos de medição?
3- A prática ajudou a entender melhor os conceitos explicados em sala de aula?
4- Vocês acham que utilizar a impressão 3D torna a aula mais dinâmica?
5- Quais sugestões vocês dão para melhorar a prática em sala de aula?

Fonte: Autor.

Figura 1 – Exemplos das interfaces dos softwares (a) *SketchUp* e (b) *PrusaSlicer* utilizados na confecção dos protótipos em 3D.



Fonte: Autor.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

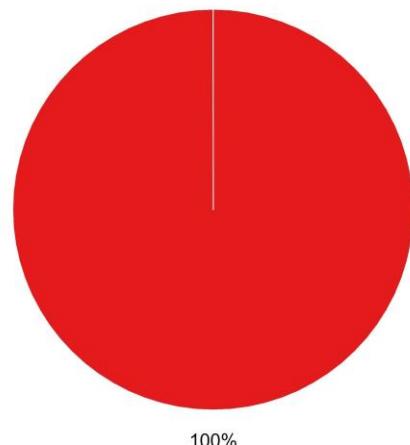
Com base nas respostas fornecidas ao questionário aplicado à turma de Metrologia e Controle Dimensional, foram elaborados gráficos que auxiliam na análise dos dados, os quais serão apresentadas a seguir, nas Figuras 2 a 4. De maneira resumida, os dados revelam que a inclusão de práticas pedagógicas inovadoras favorece significativamente o engajamento dos estudantes e a assimilação dos conteúdos.

Conforme apresentado na Figura 2, todos os alunos demonstraram clara preferência pela presença de atividades práticas na disciplina. De acordo com Goodwin *et al.* (2024), para que os alunos aprendam sobre um determinado tema, é necessário que, antes, desenvolvam interesse por ele. Da mesma forma, Kolb (1984) defende que o conhecimento é construído

15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025
CAMPINAS - SP

por meio da vivência direta e da reflexão sobre a ação. O ensino tradicional tende a tornar-se monótono após um certo período, fazendo com que a atenção dos alunos em sala de aula se volte para assuntos que considerem mais importantes. Para otimizar o aprendizado e absorção de informações é necessário manter o cérebro recebendo estímulos cognitivos constantes. Diferentes estímulos podem ser utilizados, como neste caso, o uso de protótipos por impressão 3D, que permitiu aos estudantes manipular, medir e interpretar objetos 3D, conectando teoria e prática.

Figura 2 – Gráfico apresentando as respostas dadas pelos alunos à pergunta 1 do questionário.


 Sim
 Não


Fonte: Autor.

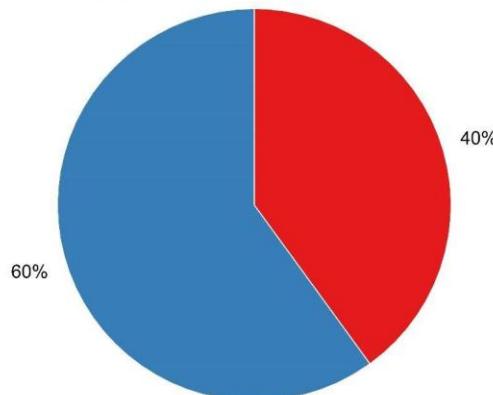
A Figura 3(a) mostra que 60% dos estudantes relataram dificuldades na hora de utilizar os instrumentos de medição. Essa resposta indica que o conhecimento teórico prévio, quando isolado, não é suficiente para garantir o domínio das habilidades práticas. Esse cenário leva à reflexão do quão desafiador seria para os alunos iniciarem suas carreiras profissionais apenas com conhecimentos teóricos. De maneira semelhante, essa constatação vai de encontro às críticas às metodologias tradicionais nas quais os alunos assumem um papel inteiramente passivo. Assim, evidencia-se a importância de romper com esse paradigma, ao colocar os discentes com protagonistas da aprendizagem.

Adicionalmente, conforme apresentado na Figura 3(b), a maioria dos estudantes afirmou que a atividade contribuiu para o entendimento e fixação dos conteúdos abordados durante as aulas. Essa percepção se alinha ao conceito de aprendizagem significativa proposto por Ausubel (2003), segundo o qual os alunos aprendem melhor quando se conectam aos conhecimentos já existentes. O mercado de trabalho tem valorizado, cada vez mais, candidatos que tenham experiência prática e amplo domínio em sua área de atuação. Nesse contexto, as instituições de ensino superior e os docentes entram como responsáveis por preparar os alunos para as novas demandas (GONDIM, 2002).

Figura 3 – Gráfico apresentando as respostas dadas às perguntas 2 e 3 do questionário.

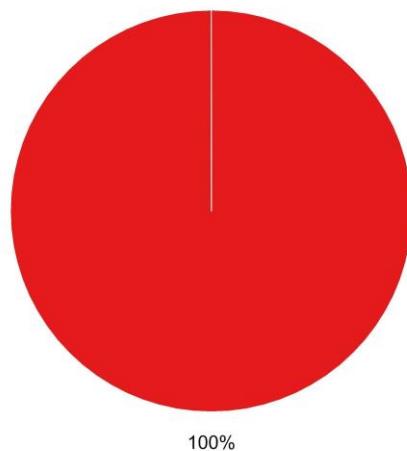
(a)

- Não, foi tranquilo.
- Um pouco, mas consegui entender.
- Sim, tive dificuldade.



(b)

- Sim, com certeza.
- Sim, em parte.
- Não, não ajudou muito.

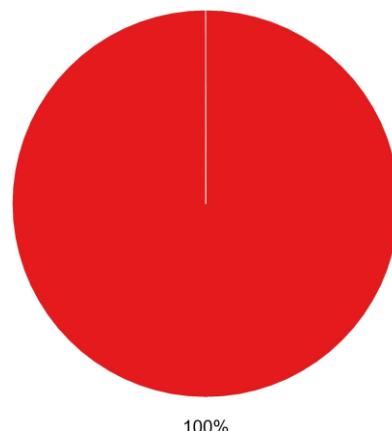


Fonte: Autor.

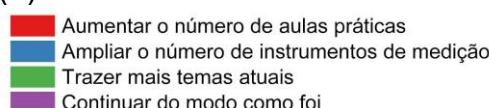
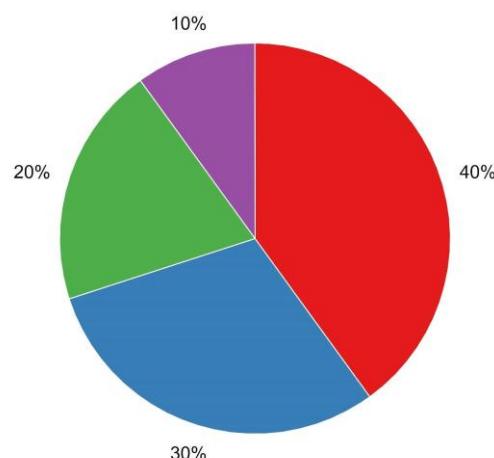
Pode-se constatar, pela aceitação unânime demonstrada na Figura 4(a), que o uso de peças por impressão 3D como ferramenta didática, apresenta grande potencial como tecnologia facilitadora da aprendizagem ativa. A resposta dada à pergunta 5, ilustrada na Figura 4-b, também corrobora tal proposta, revelando que 40% dos alunos gostariam de ampliar a quantidade de atividades práticas. Outros 30% sugeriram a utilização de mais instrumentos de medição, com o objetivo de tornar a experiência ainda mais enriquecedora. Além disso, 20% dos alunos demonstraram gostar do tema de impressão 3D, e desejariam que mais temas atuais fossem abordados. Apenas 10% da turma optou por continuar a atividade prática do modo como foi feito. Esses dados refletem a vontade dos alunos por um ensino mais participativo e aplicado à realidade profissional, conforme preconizam as Diretrizes Curriculares Nacionais da Engenharia (Brasil, 2019).

Figura 4 – Gráfico apresentando as respostas dadas às perguntas 4 e 5 do questionário.

(a)


 Sim
 Não


(b)


 Aumentar o número de aulas práticas
 Ampliar o número de instrumentos de medição
 Trazer mais temas atuais
 Continuar do modo como foi


Fonte: Autor.

5 Considerações FINAIS

A utilização de peças produzidas por impressão 3D como ferramenta didática no ensino de Metrologia revelou-se uma estratégia eficaz para promover maior engajamento e compreensão dos conceitos teóricos por parte dos alunos. A abordagem permitiu integrar os conceitos essenciais da disciplina, como medição, precisão e análise de erros, ao uso de uma tecnologia acessível, demonstrando ser uma alternativa motivadora e resultando em maior participação dos alunos.

15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025
CAMPINAS - SP

Além de tornar a aula mais dinâmica, a proposta está em concordância com os princípios das metodologias ativas, estimulando o trabalho em grupo, a aprendizagem prática, autonomia e o desenvolvimento do senso crítico. Os resultados do questionário apontam os benefícios da aplicação de uma atividade prática e reforçam a percepção positiva no processo de ensino-aprendizagem.

Apesar dos resultados positivos observados, reconhece-se que o trabalho necessita de uma análise mais sistemática e aprofundada do impacto pedagógico. Futuras versões da proposta devem considerar a adoção de instrumentos de avaliação mais robustos. Além disso, sugere-se como aprimoramento colocar os alunos para fazerem seus próprios protótipos 3D, aplicando os ensinamentos construídos dentro de sala, para tornar a experiência ainda mais imersiva para os estudantes.

Em termos gerais, o trabalho contribui para o avanço das práticas de ensino em engenharia, ao propor uma abordagem replicável, de baixo custo e que desperta interesse nos alunos. Cabe ao docente ser o mediador capaz de transformar as tecnologias emergentes em oportunidades para se conectar aos alunos e instigar o interesse deles, buscando assim, tornar a experiência de aprendizado a melhor possível.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Faculdade Serra Dourada do Grupo Trivento Educação por todo o suporte para realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Porto Alegre: Artmed, 2003.

BRASIL. Ministério da educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Resolução CNE/CSE nº2, de 24 de abril de 2019. Diário oficial da União, Brasília, DF, 26 de abr. 2019. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/docman/abril-2019-pdf/112681-rces002-19/file>. Acesso em: 17 jul. 2025.

DE OLIVEIRA, C. M.; MARQUES, V. F.; Schreck, R. S. C. Aplicação de metodologia ativa no processo de ensino-aprendizagem: relato de experiência. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, v.9, n.19, p.674-684, 2017.

DE OLIVEIRA, F. S.; OLIVEIRA, C. M. O (não) lugar do smartphone na educação física escolar: análise de uma escola em Feira de Santana/Bahia. **Revista Corpoconsciência**, v.24, n.3, p.1-11, 2020.

DIAS, A. S.; CARVALHO, E. A. C.; Oliveira, E. S. A.; Guabiroba, J. S.; Silva, A. S.; Neto, H. C. M. Os fenômenos de hiperconexão e dispersão na cultura digital: percepções de estudantes e professores de um centro universitário. **Revista Caderno Pedagógico**, Curitiba, v.22, n.1, p.1-26, 2025. Doi: 10.54033/cadpedv22n1-010.

DOBILIENÈ, J.; MESKUOTIENÈ, A. Metrology personnel competencies. Their importance to the quality of measurements. **Measurement: Sensors**, 2024. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.measen.2024.101325>.

15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025
CAMPINAS - SP

ENTIB. História e evolução da metrologia. Disponível em:
<https://entib.org.br/entib/FTP/repository/mac/apostilas/Evolucaoavs.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2025

FIGUEIREDO, B. B.; CESAR, F. I. G. Um estudo da utilização da impressora 3D na engenharia e na Medicina. **Revista Recisatec**, v.2, n.1, p.1-15, 2022. Doi: <https://doi.org/10.53612/recisatec.v2i1.70>

GOODWIN, B.; ROULEAU, K.; ABLA, C. **Novas Formas de Ensinar em Sala de Aula: Estratégias Baseadas em Evidências Para Melhorar o Desempenho dos Alunos**. 3^a ed. São Paulo: Penso, 2024.

GONDIM, Sônia Maria Guedes. Perfil profissional e mercado de trabalho: relação com a formação acadêmica pela perspectiva de estudantes universitários. **Estudos de Psicologia (Natal)**, v. 7, n. 2, p. 299-309, jul. 2002. Disponível em: [SciELO](#). Acesso em: 18 abr. 2025.

KOLB, D. A. *Experiential learning: experience as the sources of learning and development*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1984.

MENDES, A.; ROSÁRIO, P. P. N. **Metrologia e Incerteza de Medição: conceitos e aplicações**. 1. ed, Rio de Janeiro: LTC, 2019.

MORANDINI, M. M.; DEL VECCHIO, G. H. Impressão 3D, tipos e possibilidades: uma revisão de suas características, processos, usos e tendências. **Revista Interface Tecnológica**, v.17, n.2, p.67-77, 2020. Doi: 10.31510/infa.v17i2.866.

SEBOLD, L. F.; MARTINS F. E.; Rosa R.; Carraro T. E.; Martini J. G.; Kempfer S. S. Metodologias ativas: uma inovação na disciplina de fundamentos para o cuidado profissional de enfermagem. **Revista Cogitare enferm**, Paraná, v.15, n.4, p.753-6, 2010.

SILVA, J. B.; SILVA, D. O.; Sales, G. L. Modelo de ensino híbrido: a percepção dos alunos em relação à metodologia progressista x metodologia tradicional. **Revista Conhecimento Online**, Novo Hamburgo, v.2, n.10, p.102-118, 2018. Doi: <https://doi.org/10.25112/rco.v2i0.1318>

SOUZA, I. B.; VIERO, A. S.; Emerick, L. B. B. R. Evidências científicas sobre metodologias ativas no ensino superior: uma revisão integrativa. **Scientific Electronic Archives**, vol.18, n.3, p.1-11, 2025. Doi: <http://dx.doi.org/10.36560/18220252057>.

REALIZAÇÃO



Associação Brasileira de Educação em Engenharia



2025

15 a 18 DE SETEMBRO DE 2025
CAMPINAS - SP

ORGANIZAÇÃO



PUC

CAMPINAS

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA

**INSTRUCTIONS FOR PREPARATION AND SUBMISSION OF MANUSCRIPTS TO THE
SCIENTIFIC COMMITTEE OF THE 53º BRAZILIAN CONGRESS ON ENGINEERING
EDUCATION AND VIII INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON EDUCATION IN ENGINEERING
– COBENGE 2025**

Abstract: The study of metrology is essential for Mechanical Engineering students, as it ensures an understanding of the precision and quality in the parts and processes used in their daily work of mechanical engineers. To make learning more practical and dynamic, students from Serra Dourada College, in Lorena (SP), from Trivento Educação Group, participated in a practical activity that integrated metrology and polymer 3D printing. Prototypes were modeled in SketchUp, prepared in PrusaSlicer, and printed in 3D. Divided into groups, the students took measurements using a graduated ruler and precision caliper, allowing the calculation of measurements error, weighted average, and standard deviation. Each participant took at least one complete measurement, promoting practical use of the instruments and discussion about gross and systematic errors. In addition, the students were able to discuss the measurement capacity of each of the available instruments. The activity helped to understand concepts such as precision and accuracy, in addition to stimulating critical thinking in these students. The use of 3D printing in this set proved to be an effective tool for teaching metrology, contributing to the technical and practical training of future engineers.

Keywords: Metrology, 3D print, active methodology.

REALIZAÇÃO



Associação Brasileira de Educação em Engenharia

ORGANIZAÇÃO



PUC

CAMPINAS

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA

