

# UTILIZAÇÃO DE SOFTWARES E SIMULADORES COMO CONTRIBUIÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE ATIVIDADES PRÁTICAS EM CURSOS DE GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO

Alexandre Moraes Tannus<sup>1</sup>  
Gino Bertollucci Colherinhas<sup>2</sup>  
Hélio de Souza Queiroz<sup>3</sup>  
Márcio José Dias<sup>4</sup>  
Ricardo Wobeto<sup>5</sup>  
Roberto Marçal Caparelli<sup>6</sup>  
Rosemberg F. Nunes Rodrigues<sup>7</sup>  
Sérgio Mateus Brandão<sup>8</sup>  
Wilson de Paula e Silva<sup>9</sup>

## RESUMO

O trabalho apresenta um estudo sobre as possibilidades de utilização de softwares e/ou simuladores para realização de atividades complementares ou em substituição àquelas realizadas em laboratórios de engenharia, com a intenção de avaliar as potencialidades e fragilidades na substituição parcial ou total de atividades práticas laboratoriais por atividades simuladas. Neste estudo é apresentando casos aplicados no Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica e também em módulos de curso de pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho. Resultados obtidos, mostram que com determinados cuidados e reservas, em momentos como o atual de pandemia e necessidade de isolamento social, é possível realizar atividades práticas com auxílio de tecnologias, softwares e simuladores, podendo haver complementação com exposição de práticas realizadas nos laboratórios reais com gravação e transmissão de vídeos.

## PALAVRAS-CHAVE

Software de simulação. Elementos finitos. EdgeCAM. Mecânica dos Fluidos. EdgeCAM. Visual Cálculo Numérico (VCN).

## INTRODUÇÃO

Atualmente, o estudante está cotidianamente inserido, no contexto de altas velocidades do fazer. Portanto, urge aos professores fazerem uma maior reflexão sobre a prática pedagógica docente, investigar novas possibilidades de maior interação com os estudantes.

Alves (2016) Corroborar nesta discussão ao afirmar que; A era atual se caracteriza pelo surgimento de uma sociedade pós-industrial, uma sociedade que valoriza a informação e a tecnologia tanto quanto o desejo pelo consumo, na chamada Era da informação [...]

<sup>1</sup> M. e. Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. [alexandretannus@gmail.com](mailto:alexandretannus@gmail.com)

<sup>2</sup> M. e. Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. [gino.colherinhas@docente.unievangelica.edu.br](mailto:gino.colherinhas@docente.unievangelica.edu.br)

<sup>3</sup> M. e. Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. [helio.queiroz@unievangelica.edu.br](mailto:helio.queiroz@unievangelica.edu.br)

<sup>4</sup> M. e. Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. [marcio.dias@unievangelica.edu.br](mailto:marcio.dias@unievangelica.edu.br)

<sup>5</sup> M. e. Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. [ricardo.wobeto@unievangelica.edu.br](mailto:ricardo.wobeto@unievangelica.edu.br)

<sup>6</sup> M. e. Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. [roberto.marcal@docente.unievangelica.edu.br](mailto:roberto.marcal@docente.unievangelica.edu.br)

<sup>7</sup> M. e. Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. [rosemberg.rodrigues@unievangelica.edu.br](mailto:rosemberg.rodrigues@unievangelica.edu.br)

<sup>8</sup> M. e. Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. [sergio.bandrao@unievangelica.edu.br](mailto:sergio.bandrao@unievangelica.edu.br)

<sup>9</sup> M. e. Curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA. [wilson.silva@unievangelica.edu.br](mailto:wilson.silva@unievangelica.edu.br)

Dessa forma, cabe ao docente atual criar, buscar, desenvolver, apropriar das tecnologias para, a partir delas, vislumbrar novos métodos de relacionar-se com os estudantes, de forma a mantê-los estimulados a buscar o seu saber, e muito mais, a apropriar-se do saber construído para a partir de então produzir novos saberes.

A necessidade que as empresas têm de inovar, criar e apresentar novas tecnologias, é tão grande e tão rápida que muitas vezes nem permitem às instituições, sobretudo as educacionais e mais particularmente as da área das engenharias, à investir em equipamentos e plantas fabris robustas, pesadas, volumosas e de última geração. Mesmo porque, muitas vezes a infraestrutura a ser disponibilizada para se instalar um novo equipamento, sobretudo os mais modernos, é muito complexa para ser preparada e isso torna o investimento tão demorado ao ponto de ao ser instalado e colocado em obra o equipamento não configurar-se mais em uma nova tecnologia, um equipamento de ponta, isso porque às vezes, ao tempo da sua instalação o equipamento já foi superado por outro mais moderno.

Não se discute que o papel da educação é fundamental para a capacitação de indivíduos bem qualificados, portadores das competências, habilidades e conhecimentos que os prepare para a vida, inclusive para o mundo do trabalho. Todavia, se por um lado a empresa produtora, por conta da sua sobrevivência no mercado tão competitivo e célere é impelida a manter seu parque fabril mais atualizado, as instituições educacionais veem este fator como muito importante, porém não crucial, haja vista que as instituições de educação, utilizam dos seu parque fabril para promover ensino e transmitir conhecimentos. Assim o uso de simuladores na educação são possibilidades, alternativas para serem aplicadas em ambientes de ensino e de aprendizagem em todos os níveis educacionais, seja ele técnico, graduação ou pós-graduação.

Ressalta-se que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), os simuladores atuais estão cada vez mais virtualmente reproduzindo a realidade, motivos que também justificam que as instituições de ensino invistam em TICs, softwares e simuladores.

Loder e Bender (2007) corroboram nesta discussão ao afirmar que: Esses simuladores possibilitam estudar, em um ambiente virtual, o comportamento estático e dinâmico da situação-problema permitindo, dessa forma, projetar e prever a resposta do sistema/processo sob investigação nas condições de trabalho que irão ocorrer no mundo real. A simulação, dessa forma, se apresenta, muitas vezes, como uma alternativa para reproduzir virtualmente experimentos que seriam ou muito onerosos, ou até mesmo perigosos para serem realizados no ambiente de sala de aula.

Dentro deste contexto, o trabalho tem como objetivo analisar e criticar as possibilidades de utilização de softwares e/ou simuladores para realização de estudos e atividades práticas, destacando casos aplicados no Curso de Engenharia Mecânica e Curso de especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho.

## **RELATO DE EXPERIÊNCIA**

Para elaboração do presente estudo utilizou-se informações sintetizadas da literatura referente a pesquisas sobre a utilização de softwares/simuladores aplicados para embasamento teórico e reforço conceitual de técnicas e métodos de diferentes tipos de simulação em diversas áreas das engenharias. Os casos abordados foram apresentados utilizando-se de informações de práticas realizadas no Curso de Engenharia Mecânica e Curso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da UniEVANGÉLICA.

O estudo mostra que no domínio da Engenharia Mecânica são inúmeros os programas, softwares e simuladores com real potencial de utilização. A seguir destaca-se aqueles que foram objeto direto para este trabalho.

Scilab, Octave e MATLAB, software Tinkercad, MDSolids, FrameDesign, AutoCAD®, SolidWorks®, SSCNC® e EdgeCAM®, TPX, CATT3 e EES aplicados nas disciplinas de Projeto de Máquinas; Metrologia; Vibrações de Sistemas Mecânicos, Eletrônica e Robótica, Mecânica dos Sólidos, Fabricação Assistida por Computador, Termodinâmica, Máquinas Térmicas e Transferência de Calor e Massa.

Os softwares Scilab, Octave e MATLAB se mostraram bastante úteis para modelar diversas condições aplicadas nos variados elementos de máquinas. Também são aplicáveis para analisar carregamentos, com a implementação de funções de singularidade, permitindo representar rapidamente a distribuição dos esforços de forma gráfica em elementos de máquinas, até a implementação de rotinas complexas capazes de modelar situações reais como; o trem motor de um compressor (NORTON, 2013), permitindo estimar as tensões de flexão e de superfície das engrenagens, bem como o fator de segurança de um projeto.

Na disciplina Metrologia os referidos softwares foram utilizados para determinar a incerteza de medição. Parâmetro que caracteriza a dispersão dos valores que poderiam ser razoavelmente atribuídos ao mensurando, levando em conta todas as variáveis que são fontes de erro na medição. Com este objetivo duas rotinas foram elaboradas para a simulação da ISO GUM (JCGM 100:2008) e a simulação de Monte Carlo da ISO GUM Supplement (JCGM 101:2008).

Na disciplina de Vibrações de Sistemas Mecânicos estes três primeiros softwares são aplicados para simulação de problemas reais como: sistemas desbalanceados, vibração de vigas, placas, estruturas, torres, membranas, entre outros. A referência teórica principal utilizada nesta disciplina apresenta, diversas aplicações utilizando o MATLAB® (RAO, 2008). Permitindo, obter a resolução de equações diferenciais, baseando-se na fórmula explícita de Runge-Kutta, realizar análises temporais e no domínio da frequência, resolver problemas com números complexos, encontrar a resposta de sistemas excitados harmonicamente, com ou sem amortecimento, utilizar séries de Fourier para encontrar a resposta de problemas harmônicos, analisar sinais, realizar análise modal e resolver sistemas contínuos.

Na disciplina Eletrônica e Robótica, para temas como amplificadores operacionais, automação industrial com controladores lógico-programáveis (CLPs) e cinemática de robôs foram utilizados simuladores para reforçar os conceitos. O simulador online Tinkercad (Tinkercad 2020).

A Fig. 1 mostra uma simulação de um circuito amplificador não inversor (MALVINO, 2016) no Tinkercad.

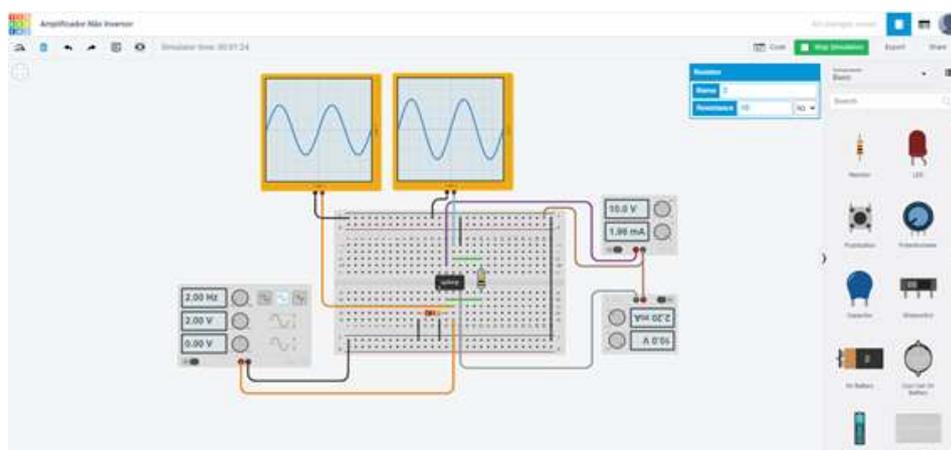


Figura 01 - Simulação de circuito amplificador não inversor no Tinkercad

Na disciplina Fabricação Assistida por Computador, como instrumentos pedagógicos foram utilizados com sucesso os softwares: AutoCAD®, SolidWorks®, SSCNC® e EdgeCAM®, estes recursos mostraram eficazes no que tange a iniciar o estudante ao uso da tecnologia de fabricação automatizada aplicadas às máquinas e equipamentos automatizados. Também foram gravados vídeo-aulas exemplificando a execução prática com uso de máquina à CNC, esta ação possibilita ao acadêmico avaliar a proximidade da realidade virtual com a execução prática real. Os acadêmicos avaliaram como positivo o uso desta tecnologia no ensino aprendizagem.

Na disciplina Mecânica dos Sólidos, a utilização do Software MDSolids - *Educational Software for Mechanics of Materials*, versão 4.1.0 e do Aplicativo de celular FrameDisign, permitiram realizar

diversas atividades simuladas comparando com situações reais, dentre elas estudo de problemas reais que envolvem: tensão normal, cisalhante ou combinadas, carregamentos diversos em estruturas e/ou componentes de máquinas na presença de tração/compressão, flexão, flambagem e torção. A Fig. 2 ilustra as possibilidades de aplicação deste software.

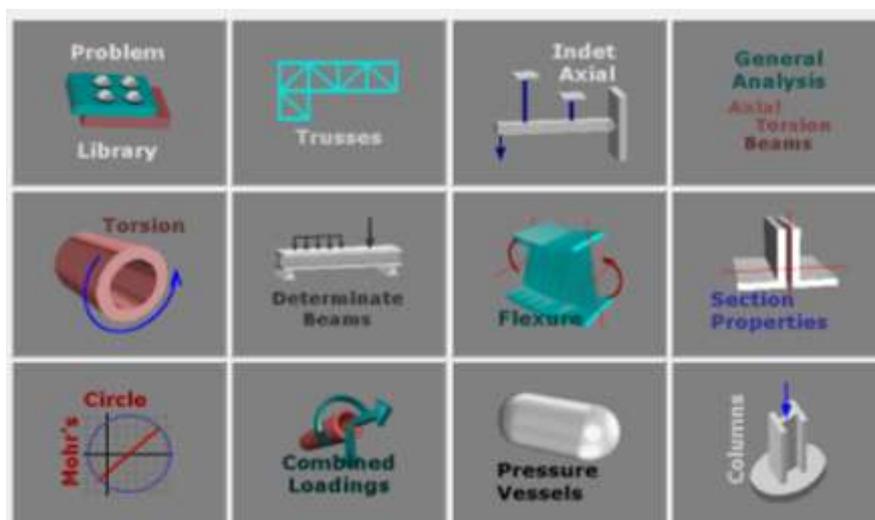


Figura 02 – Módulos disponíveis no software MDSolids. Fonte: MDSolids, Versão 4.0.1

Ainda na disciplina de Mecânica dos Sólidos utilizou-se o aplicativo de celular *FrameDesign* ou o seu similar *Beam Designer*. Apesar das limitações dos aplicativos, eles oferecem excelentes oportunidades de utilizar ferramentas tecnológicas que fazem parte do universo de projetistas de estruturas e componentes de máquinas. A Fig. 3 ilustra alguns tipos de aplicações gráficas possíveis pelo aplicativo *FrameDesign*.

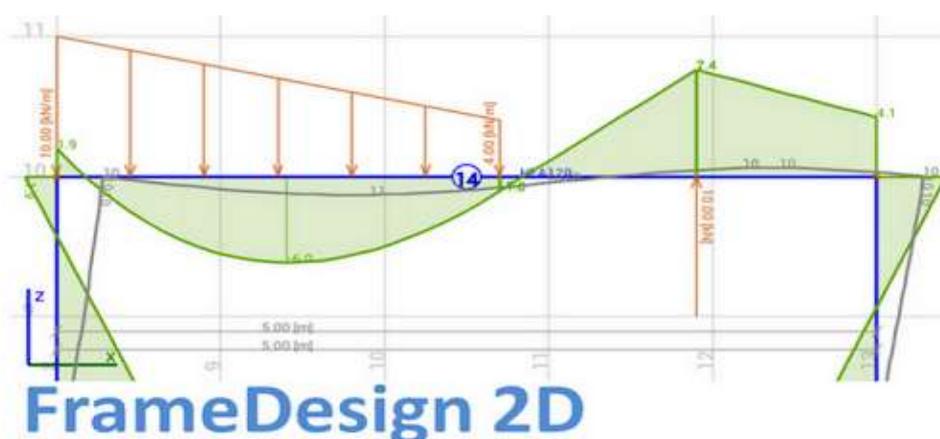


Figura 03 – Ilustração de utilização do aplicativo *FrameDesign* para identificação dos carregamentos críticos em estruturas e componentes mecânicos. Fonte: Disponível em: <https://appsonwindows.com/apk/1099168/>

Nas disciplinas de Termodinâmica, Máquinas Térmicas, Transferência de Calor e Massa utilizam-se softwares e rotinas computacionais como TPX function de propriedades termodinâmicas

que podem ser utilizado dentro do software Excel; o programa CATT3 (*COMPUTER AIDED THERMODYNAMICS TABLES 3*) e também o EES (*Engineering Equation Solver*) que contribuem para resolução de problemas complexos envolvendo sistemas de equações não lineares.

No módulo de Higiene do Trabalho do Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, também há diversas oportunidades de aplicações de softwares/simuladores que permitem ampliar a percepção quanto aos diversos riscos físicos, químicos, biológicos e mecânicos. Neste trabalho aborda-se exemplos simples de aplicações utilizando aparelhos celular para conhecer o comportamento básico de riscos que envolvam ruído, vibrações mecânicas; níveis de Iluminância e temperatura de ambientes laborais.

Como ferramenta didática pode-se utilizar recursos tecnológicos, softwares, programas e aplicativos para compreensão inicial de medições de ruído, vibração mecânica, temperatura e iluminação de ambientes.

Dentre os diversos aplicativos disponíveis em smartphones, dá-se como exemplo os aplicativos: Decibelímetro – *Sound Meter, Vibration Meter, Vibration Analysis; iNVH – Bosch; Apps Lux Light Meter, Medidor de Luz (My Mobile Tools Dev); Smart LuxMeter, App - Calculo de iluminação; Smart Thermometer, Thermometer Room; Temperature (Inside, Outside); Termometro – Higrômetro e Termômetro ambiente e o APP IBUTG – Novo Cálculo 2020 – NR15.*

Reforça-se que aplicativos de celulares/*tablets* utilizam o sensor do aparelho, onde sua precisão da medida depende inteiramente da qualidade do hardware utilizados pelo aparelho e devem ser utilizados apenas para fins didáticos e comparativos com as medições realizadas com equipamentos profissionais devidamente calibrados.

Na área de Segurança do Trabalho já é possível utilizar tecnologias para realizar capacitações *gamificada*; Simuladores de percepção de riscos de acidentes; Simuladores virtuais para ambientes perigosos e Softwares de realidade virtual para simular procedimentos, equipamentos e riscos em diferentes ambientes de trabalho.

## **DISCUSSÃO**

No decurso do trabalho percebe-se que os simuladores e softwares utilizados como recursos de apoio didático revelam-se significativamente bons facilitadores do entendimento e compreensão por parte dos estudantes, e contribui sobremaneira para a efetivação de uma educação significativa.

O trabalho permitiu perceber uma maior demonstração de interesse e envolvimento dos estudantes em temas que teoricamente, são tratados de forma abstrata, mas com a aplicação das

simulações permitem de certa forma, a visualização e a aplicação de conceitos na prática, este fator é percebido a partir do envolvimento dos estudantes na resolução das atividades propostas pelos docentes onde eles, os estudantes, apresentaram melhor apropriação e domínio da aprendizagem alcançando bons resultados.

Neste sentido Araújo (2013), afirma que; Permitir aos alunos entrar em contato com situações concretas e práticas conectadas com a sua realidade é um aspecto que amplia as possibilidades de que venham a participar das aulas e atividades propostas, quando, então, poderão formular hipóteses e questões que serão indicadores claros de sua motivação na construção de novos saberes.

Fiolhais e Trindade (2017) também corroboram com esta discussão ao indicarem que; Uma vez que tanto a interatividade como a flexibilidade são necessárias para assegurar uma aprendizagem individual e ativa, as vantagens educacionais do multimídia tem sido muito defendidas. Os seus adeptos afirmam que se trata de um formato conveniente para a aprendizagem colocar nosso cérebro para processar a informação por livre associação de conceitos.

Analisar e criticar as possibilidades de utilização de simuladores e aplicativos para realização de estudos e atividades práticas também nos permite enxergar alguns desafios a serem vencidos, por exemplo, o fato de que alguns simuladores na sua versão total e ilimitada terem ainda um valor muito elevado, e na sua versão *free* ter limitação de ferramentas e recursos deixando bastante a desejar.

Nem sempre os softwares e simuladores são de fácil compreensão o que demanda um tempo longo para de familiarização do estudante com a ferramenta. Alguns softwares e simuladores se tornam obsoletos muito rapidamente. O fato de alguns estudantes, em seus ambientes domésticos, nem sempre terem uma internet de boa qualidade, dificulta a realização de atividades fora do espaço universitário. Alguns softwares são muito pesados o que torna necessário, por parte dos estudantes, de investimento em computadores melhores. Nem sempre as instituições educacionais disponibiliza computadores com boa performance e boa capacidade de armazenamento e em quantidade suficiente.

Cabe mencionar também, que conjuntamente aos inúmeros benefícios educacionais promovidos pelo uso dos simuladores e aplicativos, como os exemplificados neste trabalho, foi vislumbrado que também estes recursos podem vir a impedir a promoção de debates que possam proporcionar outros caminhos e soluções que não os unicamente estabelecidos por ocasião da

simulação, ou seja, as simulações podem ensinar os estudantes a se afastarem da busca de outros caminhos, às vezes até mais criativos e inovadores.

Contudo, pode-se inferir que a utilização de softwares, aplicativos e simuladores revelam-se inegavelmente positiva, estes recursos demonstraram permitir maior imersão dos estudantes em conteúdos cotidianamente tidos com muito teóricos e com pouca aplicação. Aplicados como meios educacionais os simuladores se prestam muito bem como impulsionadores iniciais, como ponto de partida para que os estudantes, sobretudo àqueles que não têm ainda vivenciado as realidades aplicadas pelos setores produtivos.

Os simuladores revelam-se significativamente bons facilitadores do entendimento e compreensão por parte dos estudantes. Portanto a utilização destes, de diversas formas nas variadas disciplinas da Engenharia Mecânica e com cautela até em cursos de Pós-Graduação como o caso de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho, proporcionam a diversificação das estratégias pedagógicas aplicadas no ensino. Permitindo, por parte do estudante, uma visão mais ampla, significativa e aprofundada nos conteúdos, cria motivos para os estudantes se aplicarem mais aos estudos os impelindo à afirmação e apropriação de conhecimentos competências e habilidades e que os prepare para a vida, inclusive para o mundo do trabalho.

## **CONCLUSÃO**

Pode-se concluir que a utilização dos softwares e simuladores permite a diversificação de estratégias de ensino, são outras possibilidades para os docentes transmitirem conteúdos e aos estudantes proporciona maior variedade de meios para buscar conhecimentos. Como recursos didáticos devem estar bem estabelecidos no planejamento do docente, precisam estar bem claros e definidos os objetivos educacionais a serem alcançados.

De acordo com a proposta deste estudo e com as características e resultados obtidos nos casos apresentados, pode-se concluir que:

- i) A utilização dos simuladores como recursos instrucionais propiciam boas condições para os estudantes se motivem e conseqüentemente tornarem-se interessados e participativos nas aulas.
- ii) Os simuladores revelam-se significativamente bons facilitadores do entendimento e compreensão por parte dos estudantes.

- iii) Os simuladores se prestam muito bem como impulsionadores iniciais, como ponto de partida para os estudantes, sobretudo àqueles que não têm ainda vivenciado as realidades aplicadas pelos setores produtivos
- iv) Os simuladores facultam realizar a criação de scripts capazes de simular diversos estudos, e aplicam-se bem a resolução de problemas presentes em diversas disciplinas do Curso Engenharia Mecânica.
- v) Os simuladores podem vir a impedir a promoção de debates que possam proporcionar outros caminhos e soluções que não os estabelecidos por ocasião da simulação, ou seja, podem alijar os estudantes de buscar outros caminhos, às vezes até mais criativos e inovadores.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Mauro - Vantagens do Uso de Simuladores Gráficos no Curso de Programação em CNC para Alunos de Engenharia Mecânica - Universidade Cruzeiro do Sul Article in Revista de Ensino de Engenharia, 2013.
- COLHERINHAS, G. B.; DIAS, P. H. C.; DINIZ, A. C. G. C.; RODRIGUES, A. P. S. P, Automotive powertrain optimization by genetic algorithm analysing transmission ratios, 4th International Conference on Engineering Optimization, Lisbon, Portugal, 2014.
- COLHERINHAS, G. B.; MORAIS, M. V. G.; SHZU M. A. M.; ÁVILA, S. M., Optimal Pendulum Tuned Mass Damper Design Applied to High Towers Using Genetic Algorithms: Two-DOF Modeling, International Journal of Structural Stability and Dynamics, vol. 19, no. 10, p. 1950125 (17 p.), 2019.
- COLHERINHAS, G. B.; PETRINI, F.; MORAIS, M. V. G.; BONTEMPI, F., Optimal Design of Passive-Adaptive Pendulum TMD for the Global Vibration Control of Offshore Wind Turbines, Wind Energy (in press), 2020.
- FIOLHAIS, Carlos e TRINDADE, Jorge - Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas - Revista Brasileira de Ensino de Física, vol. 25, no. 3, Setembro, 2013
- JCGM 100, Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement (ISO GUM), Joint Committee for Guides in Metrology, 2008.
- JCGM 101, Evaluation of measurement data - Supplement 1 to the "Guide to the expression of uncertainty in measurement" - Propagation of distributions using a Monte Carlo method (ISO GUM Supplement), Joint Committee for Guides in Metrology, 2008.
- KOHLER, L.P.A; SILVA, A.T.; KÜHL, L.; SARTORI, A., Mulheres programando? E por que não?, Anais 37º SEURS – Educação, UFSC, 2019.
- LODER, Liane Ludwig e BENDER, Fernando Augusto -O uso de programas de simulação em cursos de engenharia: possibilidades e necessidades- XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2003.
- MALVINO, A.; BATES, D.J. Eletrônica – Volume II, 8. ed., Porto Alegre, AMGH, 2016.
- MORENO-VERA, F., LEÓN-VERA, L., GUIZADO-VAZQUEZ, J., VERA-PANEZ, M. A comparison of the adaptive behavior from kids to adults to learn Block Programming, National University of Engineering, Lima, Peru, 2018.
- MDSOLIDS – Timothy A. Philpot. Missouri S&T. Education Software for Mechanics of Materials. Disponível em: <http://web.mst.edu/~mdsolids/download.htm>.
- NORTON, R. L. Projeto de máquinas: uma abordagem integrada [tradução: Konstantinos Dimitriou Stavropoulos ... et al.]. 4. ed.. – Porto Alegre: Bookman, 2013.

PUHL JUNIOR, F.L., GOULART, C.S., TORRES, F.E., PASQUAL JUNIOR, P.A., FAGUNDES, R.D..R, Robótica, Porto Alegre, SAGAH, 2019.

RAO, S. Vibrações Mecânicas; revisor técnico José Juliano de Lima Junior. tradução Arlete Simille - São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2008;

SANTOS, W. Uso de Simuladores como Ferramenta no Ensino-aprendizagem de Redes de Computadores. 37 f. Dissertação de Mestrado Profissional em Sistemas de Informação e Gestão do Conhecimento – Universidade FUMEC, Belo Horizonte, 2015.

Tinkercad, <https://www.tinkercad.com>. Último acesso em 20/08/2020

VICENTE, Paulo- O uso de simulação como metodologia de pesquisa em ciências Sociais , Cadernos EBAPE.BR - Volume III – Número 1 – Março 2005

WERTHEIN, Jorge A sociedade da informação e seus desafios - Ci. Inf., Brasília, v. 29, n. 2, p. 71-77, maio/ago. 2000