

DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÕES CRIATIVAS COM CONTROLE NUMÉRICO: INTERAÇÃO DA ENGENHARIA COM O ENSINO MÉDIO

João Gabriel Dias Camilo, jgdiascamilo13@gmail.com¹

Laura Sofia de Andrade, laura.sofia.lsa@gmail.com¹

Carlos Eduardo Angelo Stoco, du.stocco@gmail.com¹

Glenda de Melo Luz, glendaluz29@gmail.com¹

Daniel Moritz Cieslak, moritzdaniel@hotmail.com¹

Antonio Carlos Valdiero, antoniocvaldiero@gmail.com¹

¹UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Departamento de Engenharia Mecânica, Campus Universitario EMC-CTC, Bairro Trindade, Caixa-postal: 476, 88040-900 - Florianópolis, SC – Brasil

Resumo. *Trata-se do desenvolvimento de soluções criativas com controle numérico como uma ferramenta de ensino-aprendizagem que desperte o interesse de estudantes de engenharia e jovens do ensino médio pela criação e inovação de projetos mecatrônicos com a utilização de kits didáticos, técnicas de automação e metodologias de desenvolvimento de produtos. Neste contexto, o curso de Engenharia Mecânica da UFSC tem entre os seus diferenciais de destaque a sua metodologia ativa de ensino e a sua inserção nos desafios da sociedade, considerando a teoria e a prática como um todo único do saber. Apresenta-se uma proposta na forma de um objeto pedagógico que busca a contextualização no ensino da mecatrônica, do controle numérico e da metodologia de projeto no âmbito dos cursos de Engenharia, mas também a contextualização no ensino de matemática e geometria com aplicações práticas. A proposta inclui o envolvimento de estudantes universitários e de escolas de educação básica por meio de um projeto de extensão que inclui ações na forma de palestras, exposições e demonstrações. Pretende-se assim contribuir para a formação de qualidade de acadêmicos na área da mecatrônica aplicada em processos de manufatura e despertar o interesse de jovens pela profissão de engenharia.*

Palavras chave: *Interação universidade-escolas. Objeto educacional. Mecatrônica educacional.*

Abstract. *It is about the development of creative solutions with numerical control as a teaching-learning tool that arouses the interest of engineering students and high school youths for the creation and innovation of mechatronic designs using didactic kits, automation techniques and methodologies for product development. In this context, the Mechanical Engineering course at UFSC offers among the outstanding differentials an active teaching methodology and its insertion in society's challenges, considering theory and practice as a unique whole of knowledge. A proposal is presented in the form of a pedagogical object that seeks to contextualize the teaching of mechatronics, numerical control and design methodology within the scope of Engineering courses, but also to contextualize the teaching of mathematics and geometry with practical applications. The proposal includes the involvement of university and middle school students through an extension project that includes actions in the form of lectures, exhibitions and demonstrations. It is intended to contribute to the training of quality academics in the field of mechatronics applied in manufacturing processes and to awaken the interest of young people in the engineering profession.*

Keywords: *University-school involvement. Educational object. Educational mechatronics.*

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho trata de uma proposta de desenvolvimento de soluções criativas com controle numérico realizada por acadêmicos de engenharia mecânica e que prevê a participação de estudantes do ensino público fundamental e médio. O objetivo é despertar nestes jovens o interesse pela matemática, geometria e física com a criação e inovação de soluções de engenharia através do uso de ferramentas de controle numérico e de metodologias de desenvolvimento de produtos com enfoque na sustentabilidade (social, econômica e ambiental). Além disso, ao longo dos anos de ensino médio, é possível perceber a dificuldade dos estudantes em contextualizar os estudos de matemática e física (principalmente trigonometria, geometria e as leis de Newton) com a visualização e a compreensão de fenômenos relacionados aos problemas da mecânica clássica.

Trabalhos científicos mostram a necessidade de melhoria da qualidade de formação dos estudantes desde a Educação Básica (Silva, 2019; Lima et al., 2019; Araújo et al., 2019; Souza et al., 2019; Lacruz et al., 2019; Pereira, 2012; Fernandes e Gremaud, 2009). Há a necessidade de gerar motivação e de despertar o interesse de professores e alunos pelas maravilhas

da ciência e sua contextualização no dia a dia do mundo ao redor. Ao mesmo tempo, existe grande demanda do mercado de trabalho por profissionais com perfil criativo-empresarial e sólida base científica-tecnológica com talentos e potencial para o desenvolvimento de inovações (Formiga, 2011; Araújo et al., 2013).

Na literatura de “Educação em Engenharia” disponível, pode-se encontrar várias iniciativas de melhoria do aprendizado de componentes curriculares, que envolvem conceitos abstratos e fenômenos complexos. Entre os tipos de dispositivos didáticos, destacam-se os materiais virtuais, desenvolvidos, geralmente, com o auxílio de ferramentas computacionais e os materiais físicos compostos principalmente de protótipos (Bortolo e Linhares, 2006).

Trindade et al. (2013) mencionam pesquisas que apontam o despreparo para lidar com as diferenças do trato do conteúdo entre o ensino médio e o sistema universitário pode contribuir para o aumento da evasão nos cursos. Canto et al. (2012) apresentam uma investigação que se enquadra no contexto do “Princípio da Dimensão Afetiva”: Objetos de Aprendizagem especificados com uma perspectiva afetiva são mais eficazes do que aqueles que não o são.

Diversos autores (Gama et al., 2006; Barrios e Angelo, 2007; Moreira e Pitangueira, 2006; Ferreira et al., 2006; Costa et al., 2006) propõem ferramentas computacionais na forma de objetos educacionais e mostram os resultados de benefício na aprendizagem. Gama et al. (2006) apresenta um sistema computacional de objetos educacionais para ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos em cursos de engenharia. Outros autores (Holanda e Bezerra, 2007; Borges, 2006; Javaroni, 2007; Molina e Petersen, 2006) mostram com destaque os benefícios de dispositivos didáticos com materiais físicos. Holanda e Bezerra (2007) utilizam competições de protótipos aplicados em problemas práticos como metodologia de ensino/aprendizagem e avaliaram tais atividades como motivadoras, integradoras e produtivas, além de promotoras da criatividade e do espírito de equipe. Um dos estudos de casos apresentados foi a competição de protótipos de lançadores. Borges (2006) descreve as experiências práticas de ensino e aprendizagem de Projeto de Produto, onde os alunos são desafiados a projetar e a construir protótipos de veículos elétricos em escala reduzida para uma competição ao final. Também são abordados aspectos teóricos sistematizados na forma de um relatório, além de haver o incentivo para a utilização de ferramentas computacionais de apoio.

Na área educacional, o uso de mecatrônica é interessante na construção de conhecimentos a partir da interação dos alunos com os objetos construídos (Martins et al., 2015). A mecatrônica, em sala de aula, contribui na integração de disciplinas, possibilitando aos alunos vivenciar o método científico através da simulação de protótipos, despertando curiosidade e atenção, também, pelo aspecto lúdico a ela incorporada. Conforme explica Zilli (2004, p. 77), “o controle numérico é uma alternativa interessante como ferramenta pedagógica no processo ensino-aprendizagem”. O controle numérico “contempla o desenvolvimento pleno do aluno, pois propicia uma atividade dinâmica, permitindo a sua construção cultural e, enquanto cidadão, torna-o autônomo, independente e responsável”. Além disso, kits de mecatrônica permitem aos alunos se envolver em STEM (do inglês *Science, Technology, Engineering e Mathematics*).

Dentro deste contexto, a seção seguinte apresenta a metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho. A seção 3 apresenta os resultados obtidos, e, por fim, têm-se as conclusões.

2. METODOLOGIA

A metodologia proposta para a solução deste problema é abordada na forma de um objeto pedagógico que cumpra o desafio de facilitar e atrair os jovens estudantes do Ensino Fundamental e Médio para a profissão de engenharia com a contextualização no ensino da matemática, da geometria e da física, num contexto de participação efetiva dos estudantes de engenharia. O domínio do problema abordado envolve os estudantes de engenharia e das escolas públicas de Educação Básica da região de Florianópolis/SC, a serem identificadas e cuja parceria é formalizada durante a execução do projeto, além de outros estudantes de escolas técnicas e de ensino médio que são convidados a conhecer os resultados do Desenvolvimento de Soluções Criativas com Controle Numérico. Os kits educacionais de robótica são muito atraentes aos jovens e podem ter um papel importante na aprendizagem de fenômenos da mecânica e no desenvolvimento do raciocínio lógico e criativo.

Os “kits didáticos”, como citado no parágrafo anterior, tem o papel de tornar mais simples a introdução e a introdução dos jovens na área do Controle Numérico Computadorizado (CNC). Esses kits são compostos por ferramentas que permitam a construção e prototipação de projetos mecatrônicos simples, como o que é mostrado na Figura 2, e podem conter desde fios e cabos, para realizar a comunicação de módulos eletrônicos programáveis à estrutura do objeto; até peças de plástico, madeira e/ou metal, que possam ser facilmente modeladas e adaptadas para dar forma aos projetos. O objetivo é trazer uma ideia que tenha efeito similar ao que é apresentado por Teixeira (2006).

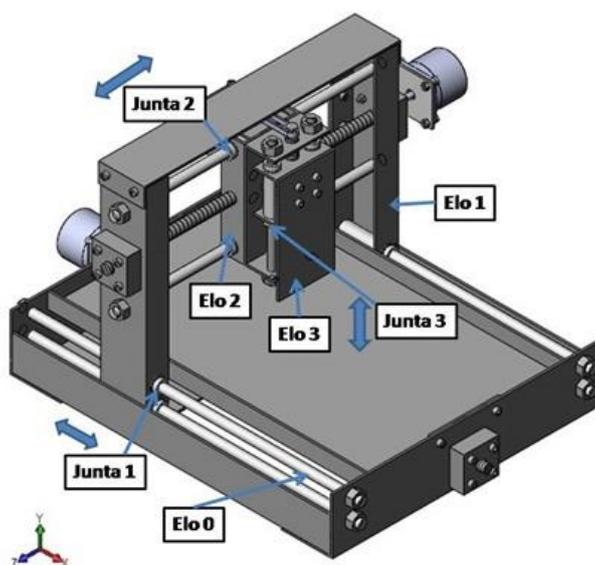


Figura 1. Exemplo de projeto didático na área de Controle Numérico Computadorizado (CNC), desenvolvido na ferramenta virtual “Solid Works” por ex-alunos coordenados pelo coautor e coordenador do presente artigo, Antônio Carlos Valdiero.

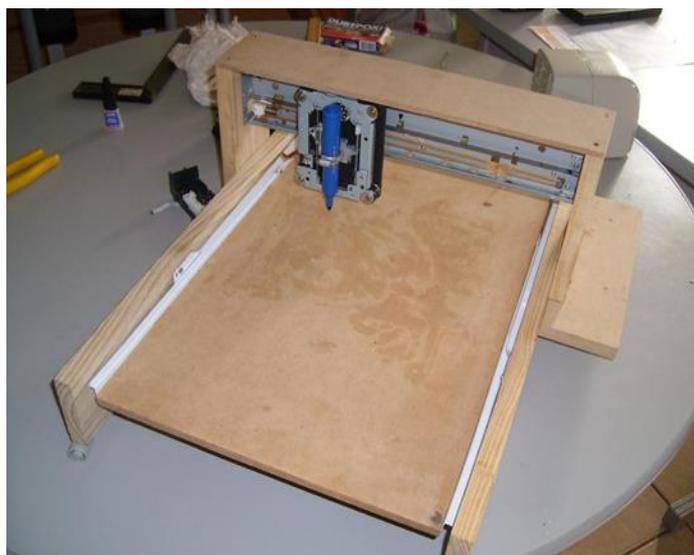


Figura 2. Construção do projeto apresentado na Figura 1, também coordenada por Antônio Carlos Valdiero.

As Figuras 1 e 2 mostram a construção de um protótipo de maquinário automatizado numa ação conjunta entre estudantes e professores de nível superior. O intuito da elaboração de kits didáticos é justamente possibilitar a realização de projetos que sigam a linha de elaboração vista acima, de forma a apresentar o conceito de Cálculo Numérico Computadorizado (CNC) à estudantes de nível médio, fundamental e básico, assim proporcionando-os um conhecimento prévio na área de robótica e automação, e gerar interesse nas áreas de atuação da engenharia, uma vez que as etapas de realização de projetos, os estudos aplicados e a construção de protótipos os aproximariam das atividades de um engenheiro. O intuito é que as concepções desenvolvidas na realização do projeto possam “crescer”, e até mesmo contribuir para a idealização de novas soluções, que possam gerar impacto, seja como objeto de estudos ou como objeto comercial, como apresentado na Figura 3.



Figura 3. Maquete eletrônica de conjunto de adaptação para Mini Fresadora (Maciel et. al., 2016), realizado em conjunto por alunos e professores de engenharia utilizando Cálculo Numérico Computadorizado (CNC).

Os meios adotados no desenvolvimento deste projeto de interação do Departamento de Engenharia Mecânica com as Escolas Públicas baseiam-se em métodos de aprender conceitos e habilidades relacionadas à educação STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts, Mathematics*, ou seja Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática), conforme descrito por Naya et al. (2017), e compõe-se da revisão bibliográfica sobre objetos educacionais com utilização de kits didáticos de mecatrônica; levantamento do estado da arte de tecnologias para Controle Numérico; desenvolvimento de soluções criativas com os kits para desafios a serem definidos (realização de uma tarefa de manufatura com produtividade e qualidade de ação); e busca por patrocínios para divulgação do Desenvolvimento de Soluções Criativas com Controle Numérico.

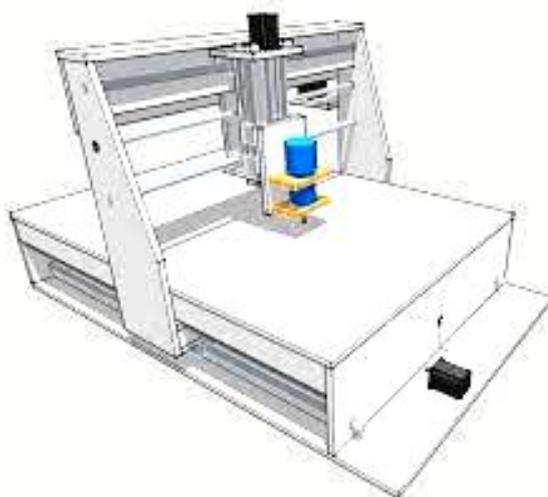


Figura 5. Exemplo de concepção de Solução Criativa com Controle numérico para furação e/ou usinagem de materiais (representativos de atividades típicas de manufatura) utilizando-se do conceito de projeto modular, onde pode-se facilmente utilizar uma ferramenta laser ou uma garra robótica.

A Figura 5 ilustra o exemplo de uma concepção de Solução Criativa com Controle numérico para manufatura de peças (representativos de atividades típicas da indústria de manufatura) utilizando-se um kit didático de mecatrônica com possibilidades de avaliação de desempenho (tempo da tarefa, capacidade de carga, risco de acidentes) a partir de condições pré-estabelecidas e de obstáculos, onde podem ser estudadas as características geométricas, físicas, cinemáticas, dinâmicas e funcionais características das soluções propostas, incentivando assim o estudo científico-tecnológico e descobrindo talentos.

Após a interação on-line (devido à pandemia) com as escolas e a formalização de parcerias, prevê-se a submissão de propostas de auxílio financeiro em órgãos de fomento (FAPESC, CNPq) e busca de investimentos de empresas. De posse

dos materiais e equipamentos necessários, parte-se para a construção e montagem dos protótipos desenvolvidos pelos estudantes de ensino fundamental e médio com a utilização de kits didáticos. Nas Escolas Públicas de Educação Básica, deseja-se contextualizar o ensino de geometria, matemática e física, atraindo os jovens para a profissão de engenharia. Além disso, pretende-se promover uma maior interação entre a UFSC e as Escolas Públicas de Educação Básica, visando repassar parte do conhecimento adquirido pelos estudantes de engenharia de universidade pública para a sociedade, representada ali por alunos do ensino básico. Na aplicação da presente proposta como objeto educacional, utiliza-se a metodologia de ensino proposta por Valdiero et al. (2006), cujo diagrama esquemático é mostrado na Figura 4, onde a proposta para Desenvolvimento de Soluções Criativas com Controle Numérico pode ser utilizada como desafio interdisciplinar na forma da construção e montagem de um protótipo didático com kits de mecatrônica (Figura 5), além do planejamento da tarefa e a programação de um sistema automático de comando.

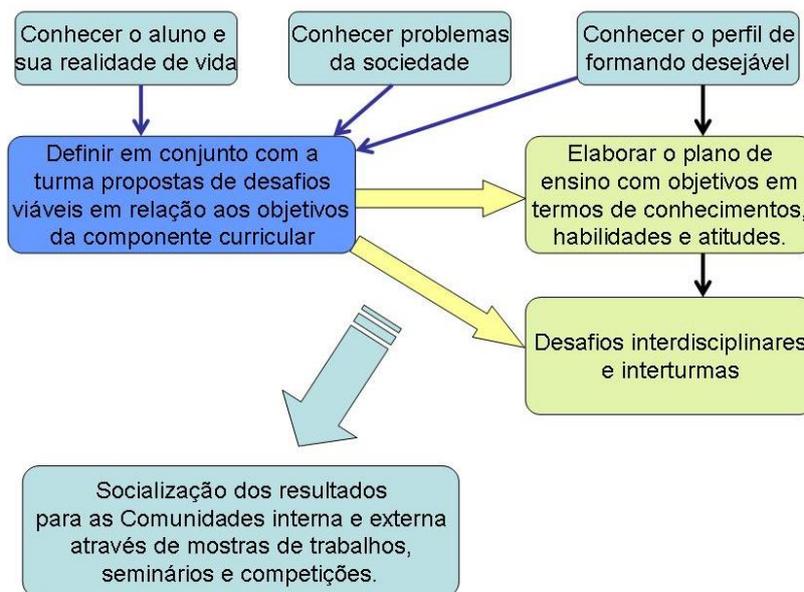


Figura 4. Diagrama esquemático da proposta de metodologia de ensino (Valdiero et al., 2006), onde o Desenvolvimento de Soluções Criativas com Controle Numérico é um desafio interdisciplinar.

A metodologia ilustrada na Figura 3 está contextualizada no modelo STEAM (termo em inglês que conceitua a união de *Ciências, Tecnologia, Engenharia, Matemática e Artes*) e na cultura “Maker+” (Brockveld et al., 2018) a partir da educação experimental, do construtivismo e da pedagogia crítica. E de forma transversal, em todos os desafios, os estudantes são motivados a analisar os aspectos de sustentabilidade das inovações, seja em termo da análise de custos, de segurança do trabalho, de conservação ambiental e do desenvolvimento social, conforme as perspectivas do projeto e baseados nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU(Organização das Nações Unidas), mais especificamente nos Objetivos 4, 9 e 16, que abordam respectivamente: assegurar uma educação inclusiva com oportunidade de aprendizagem; fomentar a inovação; e construir instituições eficazes e inclusivas.

3. RESULTADOS

Como resultados atuais tem-se a realização de reuniões e palestras online de sensibilização e motivação, contextualizando os conhecimentos de matemática e física no estudo de mecatrônica, de mecanismos, de acionamentos, de sistemas de controle, de cinemática e de controle numérico de máquinas, que são aspectos muito importantes no desenvolvimento de soluções criativas com controle numérico para tarefas e missões de ação com grande potencial de aplicação em atividades repetitivas e de desgaste à saúde presentes na indústria, mas também na agricultura e na área hospitalar, muitas vezes em ambientes insalubres e perigosos. Conta-se com a participação efetiva dos estudantes de engenharia em todas as fases do projeto de extensão e principalmente nas atividades nas escolas.

Para o desenvolvimento do kit de controle numérico, foi encaminhada uma proposta de auxílio financeiro a partir do apoio de órgãos de fomento à pesquisa (FAPESC, CNPq), e/ou patrocínio de empresas, para compra de equipamentos e materiais para complementação da infraestrutura laboratorial para Desenvolvimento de Soluções Criativas com Controle Numérico, além de materiais para construção e montagem dos kits educacionais de mecatrônica para realização das oficinas didáticas com os jovens.

3.1. AVALIAÇÃO DO PROJETO

Em curto prazo, o sucesso do projeto pode ser medido de diversas maneiras, incluindo: a avaliação das ideias e dispositivos desenvolvidos em sala de aula, com a parceria entre professores, alunos de engenharia e estudantes das Escolas de Ensino Básico, Fundamental e Médio, de modo a obter os resultados da mistura entre conhecimento técnico e criatividade que a dinâmica proporciona; a montagem de uma tabela estatística apresentando as notas de matemática e física dos alunos das escolas apoiadoras envolvidas no projeto antes e depois das atividades desenvolvidas, onde o objetivo é verificar uma melhora nas mesmas; com a obtenção de apoio financeiro de empresas e instituições financiadoras; e com a continuidade de projetos desenvolvidos em sala que demonstrassem efetividade e perspectivas de evolução (envolvendo, possivelmente, prototipações, desenvolvimento de artigos e exposições em eventos), que seriam selecionados pelos professores orientadores em conjunto com os alunos de engenharia. Além disso, a longo prazo, o objetivo é influenciar cada vez mais no interesse geral das pessoas nas áreas da engenharia, e na formação de profissionais qualificados, que estejam aptos para fazer a diferença no mercado de trabalho e na sociedade como um todo.

4. CONCLUSÃO

O presente artigo abordou as soluções criativas com controle numérico como uma alternativa para incentivar jovens estudantes a se interessarem pelas áreas da engenharia, e de introduzir os mesmos nos estudos na área de Controle Numérico Computadorizado (CNC). Os resultados permitiram uma análise esmiuçada sobre muitas questões que transcendem o âmbito das universidades, e possibilitam novas visões quanto à inclusão social e educacional, modo de ensino, meios alternativos de aprendizado, e aplicação prática da engenharia. Para desenvolver o interesse de estudantes do ensino básico, fundamental e médio pela profissão de “engenheiro” desde cedo, são necessários meios que a tornem mais atrativa, sendo as soluções criativas com controle numérico uma dessas possibilidades. Com formas didáticas e atrativas para se colocar em prática os conceitos estudados pelos universitários, e torna-los viáveis para serem repassados para pessoas de fora da universidade, dispositivos alternativos surgem, juntamente com palestras e com exposição a projetos e demonstrações práticas, como um meio de aproximar engenheiros em exercício, professores e aspirantes.

5. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Departamento de Engenharia Mecânica (EMC), da Universidade Federal de Santa Catarina – Brasil, nos projetos “Identificação da não linearidade de atrito para fins de inovação e projeto de máquinas inteligentes” (SIGPEX, no. 202002173) e “Desenvolvimento de Soluções Criativas com Controle Numérico” (SIGPEX, no. 202002437). Os autores são agradecidos, também, aos estudantes e integrantes do grupo de pesquisa por trás dos projetos citados e ao coordenador de projetos e professor orientador Antonio Carlos Valdiero, o qual também participou ativamente na construção do presente artigo.

6. REFERÊNCIAS

- Andruseac, G.G., Adochiei, R. I., Păsărică, A. Adochiei, F., Corciovă, C., Costin, H., 2015. “Training program for dyslexic children using educational robotics”. In: *E-Health and Bioengineering Conference (EHB) 2015. IEEE, 2015.* p. 1-4.
- Araújo, E.A., Lopes, M. D. O., Vilhena, K. S. S., 2013. “Resultados do projeto nivelamento acadêmico aplicado ao ensino de química teórica no campus universitário de Tucuruí – UFPA”. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 41. Gramado. Anais – UFRGS 2013.* Gramado, Brazil.
- Araújo, H. E., Codes, A. e Uderman, L., 2019. “O Ideb como instrumento de gestão para uma educação de qualidade: a educação brasileira vista pelas lentes do Ideb”.
- Barrios, D. B., 2007. “O método dos elementos finitos como ferramenta coadjuvante no ensino da disciplina resistência dos materiais”. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 35 - ABENGE/UnicemP 2007.* 1 CD-ROM. Curitiba, Brazil.
- Borges, M. M., 2006. “Experiências práticas no processo de ensino/aprendizagem do projeto de produto”. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 34 - ABENGE/UPF 2006.* p. 1636-1645. 1 CD-ROM. Passo Fundo, Brazil.
- Bortolo, K. F., e Linhares, J. C., 2006. “Verificação da necessidade de dispositivos didáticos para o ensino na graduação em engenharia mecânica”. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 34 - ABENGE/UPF 2006.* p. 1128-1139. 1 CD-ROM. Passo Fundo, Brazil.
- Brandão, C. da F., 2019. “A Educação Básica na Suécia e no Brasil: algumas semelhanças e diferenças. Educação e Realidade”, Vol. 44, n. 1.
- Brockveld, M. V. V., Silva, M. R. da., e Teixeira, C. S., 2018. “A Cultura Maker em Prol da Inovação nos Sistemas Educacionais”. In: *Educação fora da caixa : tendências internacionais e perspectivas sobre a inovação na educação. Clarissa Stefani Teixeira, Márcio Vieira de Souza (orgs.) - Blucher.* Vol. 4, p. 55-200. São Paulo, Brazil.

- Canto, A. B., Lima, J. V., Ferreira, L. F., Bercht, M., e Tarouco, L. M. R., 2012. “Objetos de Aprendizagem no Apoio à Aprendizagem de Engenharia: Explorando a Motivação Extrínseca, RENOTE”. In *Revista Novas Tecnologias na Educação*. Vol. 11, p. 1-10.
- Costa, M. A. G. S., Ferreira, W. G. e Camargo, R., 2006. “Ambiente pedagógico interativo sobre o comportamento e o dimensionamento de vigas mistas aço concreto”. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 34 - ABENGE/UPF 2006*. p. 1677-1687. 1 CD-ROM. Passo Fundo, Brazil.
- Fernandes, R. e Gremaud, A. P., 2009. “Qualidade da educação: avaliação, indicadores e metas. Educação básica no Brasil: construindo o país do futuro. Rio de Janeiro: Elsevier”. Vol. 1, p. 213-238.
- Ferreira, W. G., Coelho, L. H., Correia, E. V. S., Costa, V. C. e Teixeira, da. “Ambiente pedagógico para a engenharia estrutural com o uso do software mathcad”. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 34 - ABENGE/UPF 2006*. p. 1667-1676. 1 CD-ROM. Passo Fundo, Brazil.
- Formiga, M., 2011. “Fórum de Debates - Escassez de Engenheiros: mito ou realidade”. Sindicato de Engenheiros de Minas Gerais (SENGE-MG). 31 May. 2014. <<http://fauufpa.wordpress.com/2011/03/20/opinioes-%E2%80%93-escassez-de-engenheirosmito-ou-realidade/>>.
- Gama, C. L. G. da., Scherer, S. e Santos, M. C., 2006. “Desenvolvimento de objetos educacionais para o ensino e aprendizagem de métodos numéricos em engenharia”. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 34 - ABENGE/UPF 2006*. p. 1573-1586. 1 CD-ROM. Passo Fundo, Brazil.
- Godoy, E. V. e Pasini, R., 2013. “Minirrobôs autoguiados”. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 41. Gramado. Anais – UFRGS 2013*. Gramado, Brazil.
- Hackenhaar, N. M., Hackenhaar, C. e Abreu, Y. V., 2015. “Robotics in agriculture. Interações (Campo Grande)”. Vol. 16, n. 1, p. 119-129. Campo Grande, Brazil.
- Holanda, C. A. M. de., e Bezerra, C. A. D., 2007. “Aplicação de uma abordagem ‘hands-on’ na disciplina introdução a engenharia”. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 35 - ABENGE/UnicemP 2007*. 1 CD-ROM. Curitiba, Brazil.
- Javaroni, C. E., 2007. “O uso didático de ensaios na disciplina de estruturas metálicas”. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 35 - ABENGE/UnicemP 2007*. 1 CD-ROM. Curitiba, Brazil.
- Lacruz, A. J., Americo, B. L., Carniel, F., 2019. “Indicadores de qualidade na educação: análise discriminante dos desempenhos na Prova Brasil”. In *Rev. Bras. Educ., Rio de Janeiro*. Vol. 24, e240002. 12 Nov. 2019. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782019000100202&lng=en&nrm=iso>.
- Lima, A., Mota, V. de. S. e Leal, W. P. P., 2019. “Políticas públicas e gestão escolar: equidade na educação básica. Humanidades & Inovação”. Vol. 6, n. 7, p. 78-87.
- Maciel, O. R., Mantovani, I. J., Silva, J. P. W. da., Bueno, F. O., Fiegenbaum, A., Alves, M. R., Tusset, F., Rasia, L. A. e Valdiero, A. C., 2016. “REPROJETO E CONSTRUÇÃO DO TERCEIRO GRAU DE LIBERDADE DE UMA MINI-FRESADORA CNC”. In *Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, 2016, Fortaleza. Anais CONEM, 2016*. p. 5.
- Martins, S. M. P. C. e Fernandes, E. M. dos S., 2015. “Robots como ferramenta pedagógica nos primeiros anos a aprendizagem como participação”. In *Rev. Bras. Educ., Rio de Janeiro*. Vol. 20, n. 61, p. 333-358. 12 Nov. 2019. <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-24782015000200333&lng=en&nrm=iso>.
- Molina, P. S. C., e Peterson, C. A. C., 2006. “Competição de projetos no ensino de engenharia”. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 34 - ABENGE/UPF 2006*. p. 1519-1523. 1 CD-ROM. Passo Fundo, Brazil.
- Moreira R. N. e Pitangueira, R. L., 2006. “Aplicação gráfica interativa para ensino do método dos elementos finitos”. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 34 - ABENGE/UPF 2006*. p. 1424-1434. 1 CD-ROM. Passo Fundo, Brazil.
- Naya, M., Varela, G., Llamas, L., Bautista, M., Becerra, J. C., Bellas, F., Prieto, A., Deibe, A. e Duro, R. J., 2017. “A versatile robotic platform for educational interaction”. In: *Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS) - 2017 9th IEEE International Conference on. IEEE*. p. 138-144.
- Pereira, R., 2012. “Método ativo: técnicas de problematização da realidade aplicada à Educação Básica e ao Ensino Superior. VI Colóquio Internacional ‘Educação e Contemporaneidade’”. Vol. 20. São Cristovão, Brazil.
- Plaza, P., Sancristobal, E., Carro, G., Castro, M., Blazquez, M. e Peixoto, A., 2018. “Traffic lights through multiple robotic educational tools”. In *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON) – Tenerife*. p. 2015-2020. DOI: 10.1109/EDUCON.2018.8363483. 20 Jun. 2018. <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8363483&isnumber=8363090>>.
- Rede Brasil do Pacto Global, 2020. “Objetivos De Desenvolvimento Sustentável (ODS)”. 29 Jan. 2021 <<https://www.pactoglobal.org.br/ods>>.
- Richter, R. R. M., Silva, C. S., Meotti, J. M., Valdiero, A. C. e Kleveston, O. L., 2014. “Desenvolvimento de estruturas mecânicas criativas: interação ensino médio – engenharia”. In *CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 42 -UFJF/Juiz de Fora*. Juiz de Fora, Brazil.
- Silva, C. M. R. da., 2019. “Contribuições para um currículo educativo integrado: reflexões em torno da autonomia e flexibilidade curricular na educação básica”. In *Revista ELO*. Vol. 26 p. 91-108.

- Silva, L. E. da., 2019. “Educação matemática e a base nacional comum curricular (BNCC): um desafio para a educação básica. *Humanidades & Inovação*”. V. 6, n. 6, p. 51-61.
- Souza, T. M., Chagas, A. M. e Anjos, R. de. C. A. A. dos., 2019. “O Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb): Uma década de monitoramento da qualidade da educação”. In *Revista Com Censo: Estudos Educacionais do Distrito Federal*. Vol. 6, n. 2, p. 57-62.
- Teixeira, J. C., 2006. “Aplicações da Robótica no Ensino Secundário: o Sistema Lego Mindstorms e a Física”. In *Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra*. Coimbra, Portugal.
- Trindade, J., Ferreira, M., Costa, S. e Molina., M. A., 2013. “Perfil dos ingressantes no bacharelado interdisciplinar de ciência e tecnologia UFMA: produção textual, química e computação”. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 41. Gramado. Anais – UFRGS 2013*. Gramado, Brazil.
- UDESC, 2008. “SEC O DESAFIO. Concurso de Pontes de Macarrão”. 17 Nov. 2008 <<http://www2.joinville.udesc.br/~secodesafio/>>.
- Valdiero, A.C., Gilapa, G. M. M. e Bortolaia, L.A., 2006. “Ensino de engenharia mecânica orientado aos desafios da sociedade”. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 34 - ABENGE/UPF 2006*. Passo Fundo, Brazil.
- Zilli, S. do R., 2004. “A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: Perspectivas e Prática”. In *2004 89f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis*. Florianópolis, Brazil.

7. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.