

## CONSTRUÇÃO DE BRAÇO ROBOTICO CNC COMO OBJETO DE ENSINO/APRENDIZAGEM NOS CURSOS DE TECNOLOGIA E ENGENHARIAS

Anderson Daleffe – [anderson.daleffe@satc.edu.br](mailto:anderson.daleffe@satc.edu.br)  
FACULDADE SATC - DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS  
Rua Pascoal Meller 73, bairro universitário  
CEP 88805-380 - CP 232, Criciúma/SC

Daniel Fritzen – [daniel.fritzen@satc.edu.br](mailto:daniel.fritzen@satc.edu.br)  
FACULDADE SATC - DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS  
Rua Pascoal Meller 73, bairro universitário  
CEP 88805-380 - CP 232, Criciúma/SC

**Resumo:** Este trabalho apresenta uma proposta de metodologia de ensino/aprendizagem aplicada em sala de aula para estudantes dos cursos de Tecnologias e Engenharias da Faculdade SATC. Durante o 6º semestre letivo do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial e Automação Industrial os acadêmicos foram desafiados pelo professor, na disciplina de robótica, a construírem o seu próprio objeto de aprendizagem, assim, foi proposto, como forma de facilitar a integração entre os conteúdos estudados nos semestres anteriores, o desenvolvimento de um braço robótico controlado por Comando Numérico Computadorizado – CNC de pequeno porte. A metodologia de ensino usada pelo professor foi ABP-Aprendizagem Baseada em Problemas, uma forma inovadora de ensino aplicada as engenharias na Faculdade SATC. Mediante a construção do equipamento, os acadêmicos puderam concretizar conhecimentos teóricos estudados em sala, e foi possível desenvolver a experimentação e a prática profissional. O braço robótico desenvolvido pelos acadêmicos nas aulas, hoje é usado como equipamento didático para lecionar aulas no ensino técnico e nos cursos de graduação da Faculdade SATC.

**Palavras-chave:** Metodologia de ensino, Aula pratica, Braço robótico.

### 1 INTRODUÇÃO

O ensino superior na atualidade tem sido marcado por profundas reflexões acerca do processo ensino-aprendizagem. A nova geração de estudantes, por vezes com a era digital e acessos ilimitados aos conteúdos, é confrontada com discursos conservadores e com um ensino clássico e tradicional, o que pode não apenas desfavorecer a relação professor-aluno, mas comprometer o processo entre ensinar e aprender (BARDINI, V. S. S.; SPALDING, M., 2017).

Alguns conceitos são de extrema importância para a área de engenharia, devido à complexidade do mundo moderno. Esse é o caso de “multidisciplinaridade”, “interdisciplinaridade” e “transdisciplinaridade”. A multidisciplinaridade trabalha o conhecimento de múltiplas disciplinas, mas permanecem os limites de cada campo de estudo, a interdisciplinaridade analisa, sintetiza e harmoniza as conexões entre disciplinas criando, um

novo “todo”; e a transdisciplinaridade integra as ciências naturais e sociais num contexto humanitário e, ao fazê-lo, transcende as barreiras de cada campo de estudo (PICHI, et al., 2015).

Os coordenadores e o corpo docente trabalham cada vez mais em busca de técnicas de ensino/aprendizagem dinâmicas e bem-sucedidas. A definição prévia das metodologias a serem aplicadas em sala de aula é fator primordial no planejamento. Dessa forma, docentes e discentes do curso de Tecnologia em Manutenção Industrial e Tecnologia em Automação Industrial aplicaram um método diferenciado para a construção do conhecimento científico no 6º semestre letivo do curso ocorrido em 2016.

Um Objeto de Aprendizagem é qualquer recurso, suplementar ao processo de aprendizagem, que pode ser reusado para apoiar a aprendizagem, termo geralmente aplicado a materiais educacionais projetados e construídos em pequenos conjuntos visando a potencializar o processo de aprendizagem onde o recurso pode ser utilizado (TAROUCO et al., 2003).

Para isso, com o objetivo de confrontar as técnicas tradicionais de ensino/aprendizagem com métodos inovadores, os acadêmicos foram instigados a se posicionarem no contexto da formação acadêmica e profissional, definindo claramente o seu papel dentro do cenário político social e econômico, podendo assim entender a necessidade de se desenvolver uma aprendizagem construtivista e mais significativa em sua formação, atendendo desta forma a necessidade ampla e desafiadora que os espera no cenário industrial (LOPES et al., 2017).

Para que uma proposta metodológica se caracterize como metodologia ativa será necessário que o aprendizado ocorra a partir de problemas e situações reais. Segundo Moran (2015), “os problemas e as situações reais devem ser os mesmos que os discentes vivenciarão na vida profissional, de forma antecipada, durante o curso.” Partindo dessa perspectiva, deve-se definir que problemas e situações reais serão esses e oportunizar situações de aprendizagem em que os discentes possam desenvolver a habilidade de identificar, interpretar e resolver problemas de forma estruturada e formal. Além das habilidades e competências esperadas, os docentes também devem definir que conhecimentos conceituais, atitudinais e procedimentais são importantes para a resolução desses problemas, levando em consideração sua relação com o que se é valorizado na vida profissional. Espera-se que, ao final da sua formação, os diplomados estejam aptos para a inserção em setores profissionais e para participação no desenvolvimento da sociedade brasileira.

A introdução de Metodologias Ativas de Aprendizagem (MAA) em uma instituição de ensino superior é um desafio importante, pois provoca mudanças disruptivas na forma de pensar o processo de ensino-aprendizagem.

De fato, já temos preestabelecido o processo tradicional de ensinar, com as carteiras enfileiradas, o professor falando e os alunos escutando. Este método funcionou durante séculos até o surgimento e massificação da Internet, a partir dos anos 1990. Nos anos 2000 em diante, vimos o encerramento da era da informação no século XX e o início da era do conhecimento no século XXI. Atualmente, estamos vivenciando a quarta revolução industrial, convergindo tecnologias digitais, físicas e biológicas em um mundo cibernético. A indústria 4.0 e seus atores, Internet das Coisas, computação em nuvem e informatização da manufatura, fazem parte do nosso dia-a-dia. Contudo, a forma de ensinar persiste muito semelhantemente a 1088, ano de fundação da Universidade de Bolonha (CASTELAN e BARD, 2018).

A busca pela inovação na educação se tornou necessária em tempos modernos, as formas tradicionais de ensino já são obsoletas e não atraem a atenção dos alunos acostumados a era digital. “Além disso, uma vez que os problemas têm se tornado cada vez mais complexos, exigindo profissionais das mais diversas áreas para que se possa resolvê-los, torna-se

imprescindível que o engenheiro e o tecnólogo sejam capazes de trabalhar em equipes multidisciplinares” (JENSEN apud SIMON et al, 2003).

De forma colaborativa, os estudantes envolvidos na proposta elaboraram e desenvolveram como Objeto de Aprendizagem no 6º período do curso um braço robótico controlado por comando numérico – CNC, de pequeno porte, com dimensões reduzidas, mas com todas as funcionalidades de um robô industrial.

Com a construção do robô, os acadêmicos e professores resgataram conteúdos estudados nas disciplinas dos cursos de Tecnologia em Manutenção e Automação industrial, tais como: resistência dos materiais; elementos de máquinas; processos de fabricação; instalações elétricas, automação, manutenção, metrologia, medidas elétricas, programação de máquina CNC e robótica.

A multidisciplinaridade aborda os problemas pesquisados sob os estudos de diversas disciplinas, para resolvê-los mais rapidamente (LAVILLE & DIONNE, 1999). Essa conexão entre conteúdos e tecnologias proporcionaram uma nova prática de construção do conhecimento dentro da instituição de ensino.

A interdisciplinaridade é um elo entre o entendimento das disciplinas nas suas mais variadas áreas. Sendo importante, pois, abrangem temáticas e conteúdos permitindo dessa forma recursos inovadores e dinâmicos, onde as aprendizagens são ampliadas. (BONATTO et al., 2012).

Ao final da disciplina o professor e os acadêmicos ficaram satisfeitos com o resultado, que desenvolveu uma prática inovadora e com resultados importantes para a formação acadêmica. De acordo com relatos dos alunos, este foi o melhor projeto desenvolvido ao longo do curso, onde colocamos em prática muitos conteúdos estudados em outras disciplinas e conseguimos nos aproximar da realidade da indústria, a final projetamos o braço robótico desde os desenhos iniciais até a montagem final e testes de programação e funcionamento.

## 2 METODOLOGIA

Com a aplicação de uma nova metodologia de ensino, surgiu uma preocupação por parte do corpo docente: Como os discentes reagiram as novas práticas de ensino? Então foi desenvolvido uma forma de trabalho onde a nova metodologia foi implantada de forma gradativa durante o semestre, por isso o trabalho seguiu duas premissas básicas, que caminharam de forma paralela: Romper paradigmas referentes aos métodos de ensino e técnicas tradicionais de ensino; e construir um projeto com o objeto de aprendizagem baseada em problemas capaz de contemplar conteúdos, comportamentos e valores definidos no PPC do curso.

Para atingir o objetivo e trabalhar conforme as premissas traçadas as aulas foram desenvolvidas em dois momentos em cada encontro: Em um primeiro momento o professor leciona o conteúdo usando os métodos tradicionais de ensino (aulas expositivas e aulas práticas em laboratório), não ultrapassando 40 minutos de aula; Em um segundo momento o professor espoe um determinado problema e instiga o grupo a resolver, deste momento em diante o professor será o tutor/mediador, apenas participando da aula orientando os alunos em qual caminho seguir e mostrando as alternativas para resolução de problemas momentâneos, sem influenciar na decisão da equipe de como realizar o trabalho.

Em relação ao atributo “Autonomia Discente”, este possui o valor “Autonomia Estimulada”, pois se entende que o aluno, no primeiro contato com a ABP, não tem experiência neste modo de aprender e traz arraizado consigo a educação tradicional. Dessa forma, a autonomia para aprender a resolver problemas deve ser constantemente estimulada; os alunos

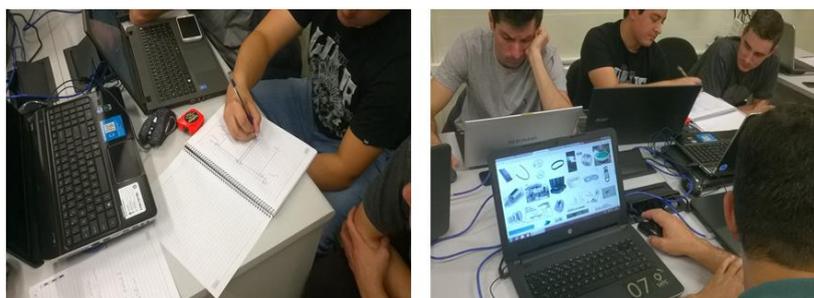
precisam ser constantemente estimulados e desafiados a resolver os problemas e perceberem sua importância e significado.

O atributo Papel Docente é definido como Mediador – aquele que aproxima as partes interessadas (Professor-alunos e alunos-alunos) - a fim de fechar um negócio. Por "negócio" entenda-se como Aprendizagem. O mediador faz as provocações, apresenta os desafios, indica fontes de pesquisa e direciona os alunos a encontrarem as soluções. Este papel exige que o professor-mediador realize momentos expositivos de curta duração e intervenções durante a atividade em ABP para dar continuidade ao processo. O acompanhamento e o direcionamento dos grupos são constantes.

## 2.1 Desenho e Projeto

Inicialmente os acadêmicos para realizar o projeto foram instigados pelo professor/tutor a buscar informações que os auxiliassem no desenvolvimento desta etapa. Conforme mostrado na figura 1 os acadêmicos então esboçaram alguns rascunhos feitos a mão e realizaram pesquisas.

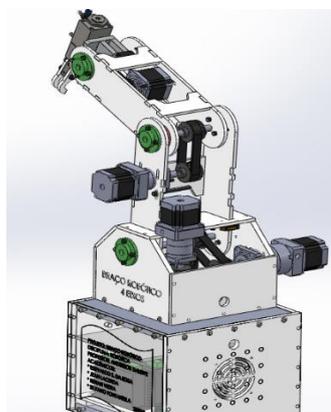
Figura 1: Esboço inicial e pesquisas



Após as pesquisas iniciais e esboços os acadêmicos prospectaram o desenvolvimento do equipamento. Por intermédio de discussões sobre dimensionamento, custos, tecnologias disponíveis, cálculo estrutural e simulação computacional de funcionamento, foi feita a concepção do braço robótico CNC.

A figura 2 mostra o desenho técnico elaborado pelos alunos em software gráfico adequado. A utilização dessa ferramenta permitiu a visão tridimensional do braço, bem como uma análise prévia da estrutura que foi optado por produzir em acrílico para facilitar a visualização dos componentes internos do robô, assim o protótipo poderia ser usado pela SATC em aulas práticas futuras.

Figura 2: Braço robótico em 3D



## 2.2 Construção Mecânica

Após definido o projeto do equipamento, os acadêmicos passaram para a etapa de construção física. Nela, foram criadas ações de trabalho em equipe, estimulando o pensar e o agir de forma crítica e construtiva.

Para a usinagem de eixos, mancais, e polias de acordo com o projeto desenvolvido, foram utilizados o torno mecânico, furadeira de bancada, fresadora e entro de usinagem CNC, conforme figura 3-A. O material utilizado para a fabricação das peças foi o alumínio e o aço inox. Os acadêmicos realizaram atividades de corte, soldagem, medições, montagem, acabamento e testes de funcionalidade na montagem das peças.

Para o corte das partes estruturais do braço robótico foi utilizado a máquina de corte laser de acordo com a figura 3-B. Foram cortadas chapas de acrílico transparente nas espessuras de 10mm (partes onde foi exigido rigidez mecânica da estrutura) e 6mm em pontos de menos esforço. A máquina de corte laser foi configurada pelos acadêmicos com as velocidades e potência de corte de acordo com cada espessura de material a ser cortado, também foi levado em consideração as tolerâncias dos desenhos de montagem.

Figura 3: Usinagem da peças metálicas no torno e corte laser da estrutura do braço robótico.



Para tornar a parte eletrônica compacta e ao mesmo tempo visível, as laterais da base fixa que sustenta o robô foram fabricadas todas em acrílico.

De acordo com a habilidade de cada integrante foi realizada uma divisão de tarefas, no qual cada um se responsabilizou de uma área específica. Já a parte de montagem foi realizada por todo o grupo, que é constituído por seis membros.

Para o projeto foi utilizado o modelo de robô articulado verticalmente, muito conhecido como braço mecânico. O mesmo apresenta dois tipos diferentes de movimentos, um ao redor de sua própria base, e outro nas articulações das emendas dos braços. O robô de articulação vertical possui a maior área de trabalho em comparação aos outros tipos de robôs e é o que mais representa os movimentos do braço humano, pois é formado por juntas rotacionais.

Este tipo de junta possibilita uma maior liberdade de movimentos, porém menor resistência a esforços físicos e rigidez mecânica.

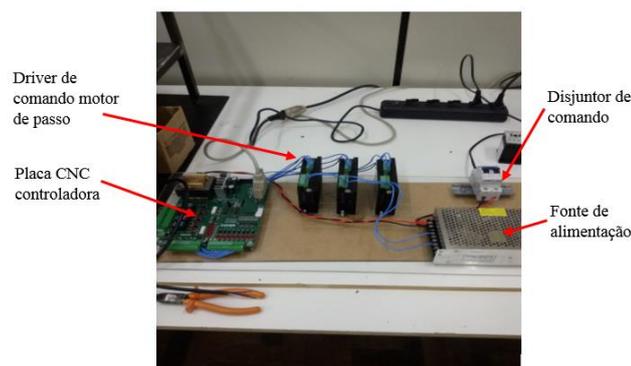
### 2.3 Projeto Eletrônico

As tecnologias da eletrônica, apesar de andarem juntas com as da mecânica, extrapolam as barreiras da área do conhecimento do curso, o que provocou nos acadêmicos a necessidade da busca de conhecimento através de livros e interações com outros profissionais da engenharia e tecnologia.

Responsáveis pelo gerenciamento e monitoração dos parâmetros operacionais para realizar a tarefa do robô. Os comandos enviados aos atuadores são originados de controle de movimento, placa de controle de passo, baseados em informações obtidas através de sensores. Para controlar estes motores é necessário o uso de computadores ou controladores com software específicos, sendo possível enviar e receber comandos necessários para o acionamento. Para que haja comunicação entre o computador e os drivers de acionamento dos motores, é necessária a utilização de uma placa controladora, com comunicação via porta paralela.

A placa controladora CNC com interface para MACH3, isola e amplifica os sinais vindos da porta paralela do computador, reconhece o sinal de presença do software CNC através de uma saída a relé que vai para o circuito lógico de intertravamento. Além disso, conta com saídas de 12 V para alimentar os sensores e ventilação. A figura 4, mostra os componentes usados no robô sendo montados em uma bancada provisória, usada para testes e programação da parte eletrônica do robô, enquanto outra parte da equipe, estava montando a parte estrutural.

Figura 4: Testes de montagem e programação parte eletrônica do robô.



Foram utilizados três sensores indutivos NPN M12 que exercem duas funções distintas, a primeira é servir de home (zero máquina) que sempre deverá ser realizado ao ligar o robô, e a segunda função é limitar o fim de curso do braço robótico, que serve como um comutador elétrico que limita a área de trabalho.

Os sensores foram instalados no robô afim de que evitem danos materiais ao próprio equipamento, alocados em pontos estratégicos

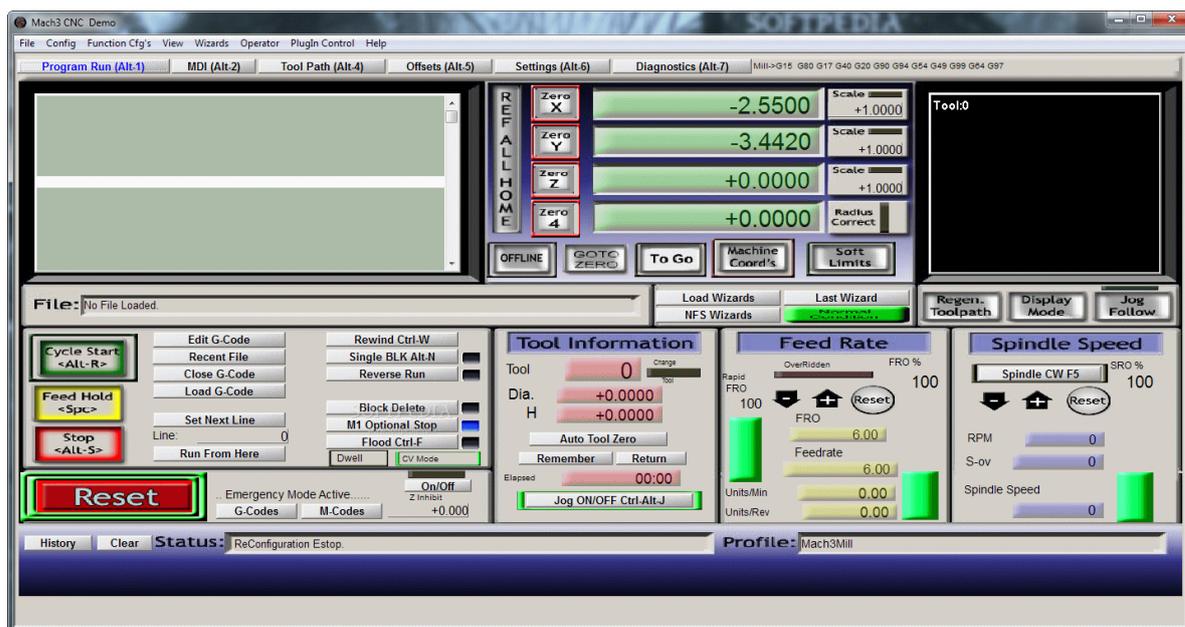
## 2.4 Configuração do Software

A programação e configuração dos movimentos do robô é feita através de um computador conectado em uma placa de comando numérico computadorizado (CNC), o software utilizado para configura-la é o controlador CNC Mach 3 pelo fato de ser uma opção de controle de baixo custo e fácil operação.

O Mach 3, conforme figura 5, foi utilizado para acionar motores de passo e válvula eletropneumática, sendo os motores através de drives e a válvula através de solenoide. As telas, os botões e as caixas de diálogo poder ser modificadas de acordo com a necessidade. A tela de programação possui vários campos para serem configurados, de forma que venha a ter um controle preciso e variado nos movimentos.

Foi necessário configurar o software de acordo com as características mecânicas do robô, tais como números de passo por milímetro, aceleração e velocidade máxima dos eixos.

Figura 5: Interface de trabalho e configuração CNC Mach3.



## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A construção do braço robótico usando novas técnicas de ensino/aprendizagem colocou em pauta na instituição diversas reflexões sobre como o professor deve trabalhar os conteúdos em sala de aula. Professores e gestores questionam a prática pedagógica adotada no ensino superior e discutir práticas inovadoras de ensino como ABP – Aprendizagem baseada em problemas.

Durante a montagem do robô surgiram alguns problemas como a união da estrutura de acrílico que inicialmente foi colada. Logo após iniciar a montagem foi percebido pelos acadêmicos que este sistema de fixação não seria eficaz. Então o professor (nesta ocasião tutor/mediador) instigou os alunos a pesquisar novas formas de fixação para a estrutura de acrílico e optou-se por fazer união por parafusos com rosca no próprio acrílico, opção que tornou a montagem e ajustes viável, conforme figura 6.

Figura 6: Montagem do braço robótico.



Como forma de expor os resultados obtidos, os acadêmicos foram convidados para fazerem uma exposição do equipamento desenvolvido e compartilharem a experiência vivenciada na aprendizagem com os demais colegas e professores da instituição. Mostrando que boas e novas práticas de ensino quando bem elaboradas trazem bons resultados.

O braço robótico desenvolvido hoje faz parte do laboratório de robótica da Faculdade SATC, sendo usado por vários níveis de ensino dentro da instituição. Em uma oportunidade os acadêmicos e professores da faculdade prepararam uma apresentação para os alunos do ensino fundamental mostrando aos pequenos as tecnologias da robótica, na ocasião foi usado o braço robótico desenvolvido pelos próprios acadêmicos, conforme ilustra a figura 7.

Figura 7: Alunos do ensino infantil da SATC em visita ao laboratório de robótica.



De acordo com relatos dos acadêmicos foi possível constatar a satisfação da classe ao participarem de uma experiência de aula inovadora e que traz consigo grandes avanços para aprendizagem. Foi feita uma avaliação prévia pelo professor levando em consideração o desempenho acadêmico dos alunos na disciplina de robótica e o resultado foi satisfatório em relação ao mesmo período no semestre anterior, onde a turma teve um desempenho inferior. Claro que esta avaliação ainda é incipiente, mas toda inovação passa obrigatoriamente por mudanças e quebra de paradigmas, então já está sendo pensado em formas eficazes de avaliar a aplicação destes métodos inovadores de ensino.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo descreveu o processo de fabricação de um braço robótico durante as aulas de robótica através do uso de novas tecnologias de ensino/aprendizagem, onde o professor e os acadêmicos realizaram as aulas na modalidade ABP – Aprendizagem Baseada em Problemas. Esta prática mostrou que os métodos inovadores de ensino/aprendizagem devem ser explorados e trabalhados em sala de aula pois as vantagens são muitas e a satisfação dos alunos também.

Trabalhar os conteúdos das disciplinas de forma prática e baseado em problemas depende muito da dedicação do professor em preparar as situações problemas bem elaboradas e envolver os alunos durante o processo, por isso o papel do professor (no caso da ABP tutor/mediador) faz toda a diferença quanto ao sucesso ou não da aula aplicada.

Os acadêmicos por sua vez devem ser instigados pois os mesmos estão acostumados aos métodos tradicionais de ensino e nem sempre reagem bem as situações propostas, mas uma aula bem elaborada com situações inovadoras, tecnológicas e próxima da realidade industrial, atraem sem dúvida a atenção da grande maioria dos integrantes do corpo discente. Com isso a aula fica interessante com pesquisa, perguntas, indagações e resolução de problemas de formas diversas, está é sem dúvida a grande magia do ensinar e aprender.

Além dos conhecimentos técnicos e científicos, os acadêmicos desenvolveram valores socioculturais e ambientais, como respeito, trabalho em equipe, sustentabilidade, responsabilidade e comprometimento.

#### *Agradecimentos*

Agradecemos o apoio prestado pela FACULDADE SATC, que além conceder sua estrutura física laboratorial para o desenvolvimento da proposta, colocou-se a todo tempo como apoiadora da aplicação de metodologias inovadoras no ensino. Agradecemos também o apoio do laboratório PRONTO 3D - Laboratório de prototipagem rápida, instalado na Faculdade SATC e em parceria com a UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina.

#### REFERÊNCIAS

BARDINI, V. S. S.; SPALDING, M. **Aplicação de metodologias ativas de ensino aprendizagem: experiência na área de engenharia.** Revista de Ensino de Engenharia, v. 36, n. 1, p. 49-58, 2017 – ISSN 2236-0158.

BONATTO, A.; BARROS, C. R.; GEMELI, R. A.; LOPES, T. B.; FRISON, M. D. **Interdisciplinaridade no ambiente escolar.** In: IX Anpedsul: Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul. Caxias do Sul, 2012. Disponível em: <<http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/2414/501>>. Acesso em: 8 de fev. 2017.

CASTELAN, J.; BARD, R. D. **Implementação das metodologias ativas de aprendizagem nos cursos presenciais de graduação.** Revista Vincci – Periódico Científico da Faculdade SATC, v. 3, n. 1, p. 2 - 22, jan./ jul., 2018.

LAVILLE, Christian; DIONNE, Jean. **A construção do saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas**. Tradução Lana Mara Siman. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999. 337p.

LOPES, M. P.; TEIXEIRA, E. L.; ALMEIDA, A. O.; FONSECA, V. R.; PIMENTEL, M. S.; ZUBA, A. P. de O.; JÚNIOR, A. F. **Construção de Máquina CNC como objeto de ensino/aprendizagem no curso de engenharia mecânica**. Cobenge 2017 – congresso brasileiro de educação em engenharia. Joinville/SC – 26 a 29 de setembro de 2017 UDESC/UNISOCIESC “Inovação no Ensino/Aprendizagem em Engenharia”

MORAN, J.; **Mudando a Educação com Metodologias Ativas**. 2015. Disponível em: <<http://www.youblisher.com/p/1121724-Colecao-Midias-Contemporaneas-Convergencias-Midiaticas-Educacao-e-Cidadania-aproximacoes-jovens-Volume-II/>>. Acesso em: 23 mar. 2017.

PICHI, W. JR.; GATTI, D. C.; SILVA, M. L. P. **Interdisciplinaridade como consequência de trabalhos conjuntos entre níveis técnico e superior**. Revista de Ensino de Engenharia, v. 34, n. 1, p. 51-60, 2015 – ISSN 0101-5001.

SIMON et al. **A reforma do ensino de engenharia ao redor do mundo**. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2003/artigos/EAA431.pdf>>. Acesso em: 20 abril. 2018.

TAROUCO, L. M. R.; FABRE, M.; TAMUSIUNAS, F. **Reusabilidade de objetos educacionais**. RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação. Porto Alegre: Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED - UFRGS)., v.1, n.1, fev. 2003. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/renote/article/view/13628>> Acesso em: 25 abr. 2018.

## **CNC ROBOTIC ARM CONSTRUCTION AS AN OBJECT OF TEACHING / LEARNING IN TECHNOLOGY AND ENGINEERING COURSES**

**Abstract:** *This work presents a proposal of methodology of teaching / learning applied in the classroom for students of the courses of Technologies and Engineering of the Faculty SATC. During the 6th semester of the Industrial Maintenance and Industrial Automation Technology course, the academics were challenged by the teacher in the robotics discipline to construct their own learning object, so it was proposed as a way to facilitate the integration between the contents studied in the previous semesters, the development of a robotic arm controlled by Computer Numerical Command - small CNC. The teaching methodology used by the teacher was PBL-Problem-Based Learning, an innovative form of applied teaching engineering in SATC Faculty. Through the construction of the equipment, the academics were able to materialize theoretical knowledge studied in the classroom, and it was possible to develop experimentation and professional practice. The robotic arm developed by academics in classes today is used to teach classes in technical education and undergraduate courses at SATC College.*

**Key-words:** *Methodology of teaching, Practical class, Robotic arm.*