



# METODOLOGIA CONSTRUTIVISTA APLICADA A ENGENHARIA: PROJETO E FABRICAÇÃO DE UMA MÁQUINA FRESADORA CNC

**Frederico Fontes Staib**  
frederico.staib@aedb.br  
AEDB

**Isabela Lima da Silva**  
isabela.silva@aedb.br  
AEDB

**Italo Nogueira Morais**  
italo.nogueira@aedb.br  
AEDB

**Rafael Duarte Ferreira Rezende**  
rafael.ferreira@aedb.br  
AEDB

**Resumo:** O fato de como a tecnologia da informação está revolucionando processos e inovando sistemas, seja em aspectos sociais, econômicos, ambientais ou políticos já não é mais novidade. Embora o sistema educacional possua a tendência de evoluir junto com essas mudanças, esse processo ainda é lento e necessita ser impulsionado por iniciativas que agreguem valor ao meio acadêmico. O método de aprendizado comumente encontrado nas instituições de ensino consiste em um sistema onde o aluno absorve os conteúdos ensinados pelo professor de forma metódica e inerte, de maneira tradicional. No entanto, o contraponto deste sistema educacional é a metodologia de ensino construtivista, que tem por finalidade incentivar que o aluno busque o conhecimento e que o professor seja o facilitador nessa jornada. Nesse aspecto, o presente artigo tem por escopo propor como um projeto integrador a construção de uma máquina fresadora CNC, aplicando a multidisciplinaridade entre todos os conteúdos absorvidos no decorrer do curso de engenharia. Contudo, espera-se, que os discentes potencializem seu papel efetivo na construção gradativa do próprio conhecimento, além de aprimorar a habilidade de interpretação e resolução de problemas que possam ser vivenciados ao longo de sua trajetória.

**Palavras Chave:** CNC - Construtivismo - Engenharia - Projeto - Indústria 4.0



## 1. INTRODUÇÃO

No decorrer da história houve muitos momentos disruptivos graças aos avanços técnicos e tecnológicos. A primeira revolução industrial trouxe inovações mecânicas; a segunda abrangeu a produção em massa e as linhas de montagem tendo como sua base a eletricidade; a terceira foi marcada pela automação juntamente com a popularização da tecnologia da informação. Entretanto, nenhuma se sucedeu com velocidade e ritmo tão ferozes quanto a que bate a nossas portas, a Quarta Revolução Industrial. A quarta revolução industrial, também denominada de Indústria 4.0 pode ser caracterizada como um conjunto de tecnologias conectadas e inteligentes na qual as barreiras entre o mundo físico e digital tornam-se inerentes entre si, pois nela é possível e permitido encontrar a fusão de tais universos.

Tomando como ponto de partida a reflexão sobre a Indústria 4.0, é fato que, os modelos que norteiam a educação tradicional em todos os âmbitos precisam, e com certa urgência, serem revistos. Conforme Libâneo (2005) afirma, a escola existe para formar pessoas aptas a sobreviver nesta sociedade, necessitando da ciência, da cultura e da arte, devem saber das coisas, saber resolver problemas, bem como, ter autonomia e responsabilidades, necessitam distender capacidades cognitivas para aprimorar-se criticamente dos proveitos da ciência e da tecnologia em prol do seu trabalho, da sua vida e do seu crescimento pessoal. Sendo assim, para que o desenvolvimento do conhecimento e das competências necessárias para os profissionais da Indústria 4.0 seja efetivamente alcançado, é necessário que haja um novo norte para educação: a filosofia construtivista. Metodologia na qual propõe o professor como um agente facilitador na aprendizagem, onde o aluno assimila conhecimentos e habilidades por meio de vivências em situações tanto simuladas quanto reais.

Dessa forma, o objetivo desse artigo é propor que alunos da graduação desenvolvam competências e habilidades necessárias durante as etapas da fabricação de uma máquina CNC com a finalidade de concepção de um novo projeto didático na instituição de ensino sob o modelo construtivista de aprendizagem.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. MODELO TRADICIONAL DE EDUCAÇÃO

Segundo Leão (1999), as teorias da educação que regem o modelo tradicional de ensino mesclam-se com as próprias raízes da escola tal como a concebemos enquanto instituição de ensino. Leão (1999, p.02) descreve: “Não é falso afirmar que o paradigma de ensino tradicional foi um dos principais a influenciar a prática educacional formal, bem como o que serviu de referencial para os modelos que o sucederam através do tempo.” Leão (1999), afirma também a possibilidade de existir um paradoxo em perceber que a escola tradicional continua em evidência até hoje, entretanto, para isso é necessário identificar o caráter “tradicional atual” da escola que passou por muitas transformações ao longo dos anos.

Esse ensino tradicional que ainda predomina hoje nas escolas se constitui após a revolução industrial e se implementou nos chamados sistemas nacionais de ensino, configurando amplas redes oficiais, criadas a partir de meados do século passado, no momento em que, consolidado o poder burguês, aciona-se a escola redentora da humanidade, universal, gratuita e obrigatória como um instrumento de consolidação da ordem democrática. (SAVIANI, 1991, p.54)

De acordo com Mizukami (1986) a educação é exposta de forma convencional partindo do princípio de que a inteligência é uma premissa que faz o ser humano apto a memorizar informações. Partindo deste ponto de vista, para passar o conhecimento ao aluno é necessário tornar o método simples, consequentemente o estudante deve absorver apenas os

bons frutos do processo. Por fim, entende-se que o homem adquire a sabedoria por meio da escola tradicional, com docentes passando informações e conhecimentos ao longo dos anos, de forma cumulativa.

Ou seja, nesse método de aprendizagem o aluno ocupa uma posição de passividade, no qual tem por objetivo reter o conteúdo aprendido e depois ser testado e eventualmente aprovado por meio de provas e/ou trabalhos avaliativos. Nesse método de ensino, o professor é o detentor e o agente transmissor do conhecimento.

## 2.2. MODELO CONSTRUTIVISTA DE ENSINO

Segundo Becker (1993), o construtivismo significa a ideia de que nada está concluído ou terminado e de que o conhecimento não é cedido, em nenhuma instância, como algo cabal e se estabelece pela interação do indivíduo com o meio físico e social, com simbolismo humano e com o mundo das relações sociais. O autor ainda complementa que o construtivismo se caracteriza por consequência de sua ação e não por alguma importância prévia, na experiência ao longo da vida ou no meio e, é válido dizer que não há meditação ou raciocínio para se tomar uma ação.

Para Leão (1999), o ato de analisar, ponderar e argumentar fazem parte da compreensão do construtivismo, do conhecimento humano e para tal sempre há uma melhor comunicação e entendimento do que é passado, alcançando assim, o alto nível de pensamento lógico.

O pressuposto filosófico do Construtivismo é, de fato, um pressuposto iluminista. Sem a razão, teríamos a des-razão, teríamos a loucura, teríamos a impossibilidade de pensar o mundo, de ordenar, de construir uma visão, uma concepção sobre o mundo, da natureza e o mundo social, ou seja, a sociedade. Portanto, existe implícito no Construtivismo um postulado que chamado de universalismo cognitivo. Potencialmente, o homem é um ser dotado de razão. Ou seja, ele tem um potencial cognitivo de pensar o mundo, de reconstruir no pensamento, nos conceitos, o mundo da natureza e de ordenar o mundo (inclusive o mundo social), com o auxílio de critérios racionais. (FREITAG, 1993. p28)

Diferente do que ocorre no modelo tradicional de ensino, no construtivismo, o professor deixa de ser o detentor e agente transmissor do conhecimento e torna-se um facilitador no que diz respeito à aprendizagem dos indivíduos. Dessa forma, esse modelo de ensino proporciona que os alunos deixem de atuar de forma passiva e passem cada vez mais a atuar de forma ativa nesse processo, permitindo que o aluno seja ouvido, tenha pensamento cada vez mais crítico e desenvolva melhor capacidade de resolução de problemas.

## 2.3. MÁQUINAS CNC

No momento em que se pensa a respeito da metodologia de obtenção de peças através de máquinas, vem à mente o torno mecânico, um dos mais conhecidos equipamentos na indústria devido a sua polivalência. Outrora, o torno mecânico ainda é muito empregado no processo de confecção e acabamentos de peças.

Com o passar dos anos houve um crescimento e desenvolvimento das indústrias levando máquinas e equipamentos a acompanhar este progresso. Logo, inicia-se a era dos comandos numéricos (CN). Para Batalha (1987) o controle numérico é um método de controle dos movimentos de máquinas pela interpretação direta de instruções codificadas na forma de números e letras. Batalha (1987) ainda diz que o sistema interpreta os dados e gera o sinal de saída que controla os componentes da máquina.

O Comando Numérico Computadorizado (CNC) surgiu diante de uma dificuldade de produzir uma variedade de peças diferentes em um curto espaço de tempo e com alto grau de precisão. As partes físicas do CNC são constituídas de microprocessadores, que permitem o

operador não somente iniciar o programa CN, como também programar, alterar a programação de usinagem diretamente no comando e introduzir novos programas. Essas facilidades surgiram pelo fato de poder gravar os programas na memória RAM do comando (KATO, 1996).

#### 2.4. MÁQUINAS CNC NA INDÚSTRIA 4.0

Para Porter e Heppelmann (2014), há quem diga que a internet das coisas “muda tudo”, porém, essa é uma simplificação perigosa como ocorre com a própria internet, pois os produtos inteligentes e conectados refletem um conjunto totalmente novo de possibilidades tecnológicas. Ainda de acordo com Porter e Heppelmann (2014) os produtos inteligentes e conectados, na qual se pode inserir a CNC, é composto por três elementos fundamentais: componentes físicos, componentes “inteligentes” e componentes de conectividade. Os componentes inteligentes amplificam as capacidades e o valor dos componentes de conectividade, enquanto a conectividade amplifica as capacidades e o valor dos componentes inteligentes e possibilita que alguns deles existam fora de seu produto físico em si. Conforme afirma Porter e Heppelmann (2014) o resultado é um círculo virtuoso de melhoria de valor.

Segundo Porter e Heppelmann (2014), os componentes físicos abrangem as partes mecânicas e elétricas do produto. Na CNC, por exemplo, eles incluem as guias lineares, os rolamentos, os motores e a fonte de alimentação. Os componentes inteligentes podem ser compostos por sensores, microprocessadores, armazenamento de dados, controles, software e normalmente, um sistema operacional integrado e uma melhor interface com o usuário. Na CNC, por exemplo, os componentes inteligentes incluem os sensores de fim de curso, os microprocessadores, controles Arduino e os softwares que coordenam toda a movimentação do dispositivo. Os componentes de conectividade abrangem portas de comunicação, antenas e protocolos que permitem conexões – com ou sem fio – com o produto. Porter e Heppelmann (2014) afirmam também que a conectividade pode estar presente de três formas:

- De um para um: um produto individual se conecta ao usuário, ao fabricante ou a outro produto através de uma porta ou de outra interface;
- De um para muitos: um sistema central está continuamente ou intermitentemente conectado a muitos produtos simultaneamente;
- De muitos para muitos: múltiplos produtos se conectam a muitos outros tipos de produtos e muitas vezes também a fontes externas de dados.

Em função dos efeitos da quarta Revolução Industrial as empresas são obrigadas a remodelar sua estrutura para manterem-se vivas no mercado. Slack (1997) defende que as empresas investem em máquinas ferramentas CNC para aumentar sua capacidade competitiva através, do aumento da flexibilidade, da melhoria da qualidade, da redução dos tempos de ciclos e da habilidade de produzir lotes pequenos de maneira econômica. Porém, se os métodos e processos de implantação e operação utilizados pelas empresas são, em si, inadequados e ineficientes, a tecnologia somente vai evidenciar os problemas existentes, e não os solucionar.

### 3. METODOLOGIA

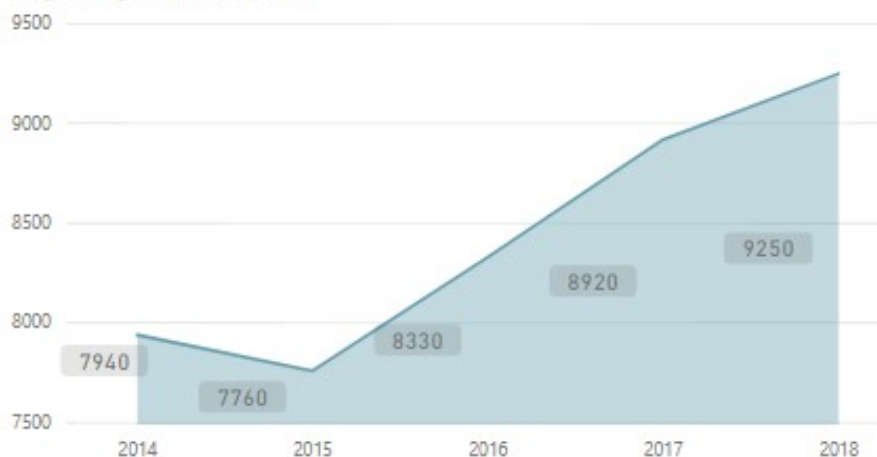
Como ponto de partida, realizou-se uma pesquisa personalizada em meios acadêmicos a fim de encontrar obras relacionadas à aplicação didática e ao desenvolvimento de Máquinas CNC. Utilizando plataformas virtuais como o Google Acadêmico e a Microsoft Academic, foi feita uma pesquisa macro a fim de verificar de que maneira e com qual intensidade o tema vem sendo discutido nos últimos anos. O resultado pode ser visualizado nos gráficos abaixo:

Artigos Micosoft Academic por Ano



**Figura 1:** Histórico de publicações sobre CNC na plataforma Microsoft Academic.  
**Fonte:** Autores (2019).

Artigos Google Acadêmico por Ano



**Figura 2:** Histórico de publicações sobre CNC na plataforma Google Acadêmico.  
**Fonte:** Autores (2019).

As palavras-chave utilizadas em ambos os portais para a pesquisa foram CNC, usinagem e engenharia. Conforme pode ser observado nos gráficos, o Google Acadêmico é uma plataforma mais acessível e apresenta um expressivo aumento quanto ao número de publicações sobre o tema em análise. Já a Microsoft Academic é uma ferramenta mais refinada e os artigos existentes são em menor quantidade.

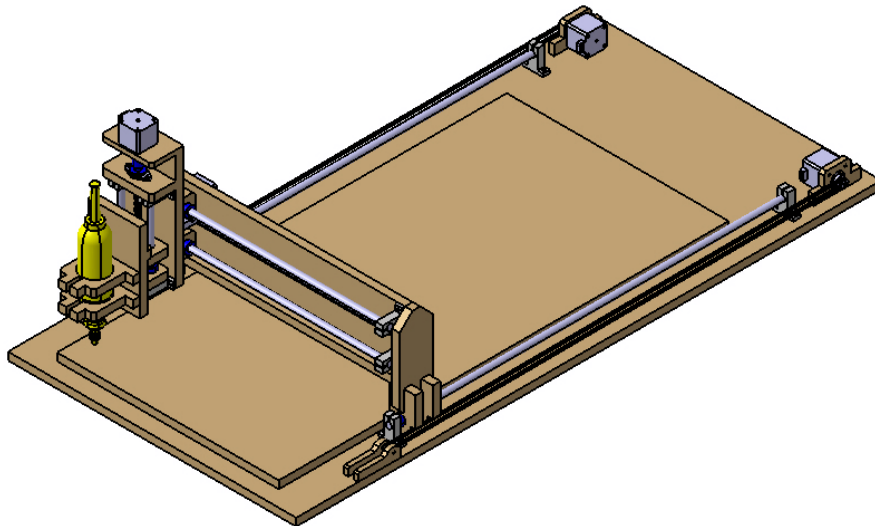
Para o artigo em questão foram encontrados e analisados no total 39 trabalhos tanto de autoria nacional quanto de internacional. Concluída a pesquisa, foram definidos alguns requisitos de projeto, tais como: dimensionamento, baixo custo, processo de fabricação, tolerâncias e folgas.

Em síntese, o desenvolvimento do projeto e a fabricação do modelo didático de CNC corte em retífica seguiu uma metodologia dividida em 5 etapas para melhor estruturação. Inicialmente executou-se a fase de projeto mecânico, posteriormente, foram descritos e apresentados os componentes utilizados no projeto eletroeletrônico. Após a conclusão dessa etapa, iniciou o projeto de *software*, na qual se estabeleceu toda a parte lógica da máquina. A quarta etapa teve por objetivo discriminar todos os custos relativos ao projeto. Por fim, a última foi onde ocorreu a fabricação do protótipo da máquina CNC.



A idealização do protótipo foi realizada com o auxílio do software CAD *Catia V5 R26*. Entretanto, antes de realizar a execução do projeto em si, foram analisadas e tomadas como referenciais máquinas similares já existentes, com o objetivo de simplificar e aperfeiçoar a concepção e o desenvolvimento da modelagem CAD do projeto. Foram também respeitados os requisitos de projeto destacados acima para só então iniciar o modelo CAD.

Utilizando o *software Catia V5 R26* foi realizado o modelamento 3D de todas as peças e conjuntos que constituem o equipamento em ambiente virtual sob as necessidades do projeto. O desenho da Máquina CNC pode ser observado conforme Figura 1 a seguir.



**Figura 3:** Modelo didático CNC corte em retifica.  
**Fonte:** NARDI (Adaptado, 2017)

#### 4. RESULTADOS

O projeto de fabricação do modelo didático de uma máquina CNC corte em retifica o qual teve por objetivo o estreitamento entre teoria e prática vivenciadas pelos alunos de graduação da engenharia mecânica está em fase de desenvolvimento até a fase de submissão do presente artigo. Trabalhando sob a metodologia construtivista, espera-se que os alunos se tornem a parte central da metodologia de ensino, desenvolvendo competências e habilidades as quais não seriam possíveis no modelo tradicional de educação. Competências como o compartilhamento de informações, a capacidade de trabalhar em equipe ouvindo e aceitando ideias de diferentes indivíduos e o poder do pensamento cognitivo podem ser exploradas mais profundamente nesse modelo do que seria possível no antecedente.

Mediante a extrema necessidade de fazer diferente, os autores do presente artigo, propõem a utilização da Máquina CNC fabricada por eles para a concepção de um novo projeto na instituição de ensino. Tendo em vista o desenvolvimento cognitivo na qual foi possível ser trabalhado ao longo do projeto, os autores esperam que a instituição de ensino, assim como os demais alunos da universidade, possa pensar de forma diferente da qual lhe foi apresentada durante toda a vida. Dessa maneira, é sugerida a utilização da máquina CNC para a concepção do desenvolvimento de aeromodelos utilizando do construtivismo para este fim. Como justificativa para estabelecimento desse novo projeto são apresentados aspectos como: a proposta de um novo modelo de aprendizagem, utilizando projetos para este fim, fugir dos padrões preestabelecidos da região sul fluminense – que tem como foco a indústria automotiva –, bem como a perspectiva de expandir o ambiente de pesquisa da presente instituição, trabalhando com produtos inteligentes e conectados.

## 5. CONCLUSÃO

Mediante o conteúdo apresentado e em meio ao cenário de completa transformação vivenciado hoje é de se prever a necessidade de reestruturação da educação, a qual deverá sofrer mudanças radicais. Essas transformações sinalizam que novas estratégias terão que ser adotadas para que seja possível haver condições eficientes de formação não só de profissionais, mas também para o convívio em sociedade e de atuação cidadã.

Independente da tecnologia e da velocidade na qual a internet concentra as informações que antes eram impossíveis, uma das soluções propostas para motivar o aluno no processo de aprendizagem atualmente é a criação de pontos de referência nos quais os alunos criarão uma relação pessoal com o conhecimento, fazendo que o discente se sinta parte do contexto.

Dessa forma, a experiência de fabricar a máquina CNC permitirá que os alunos desenvolvam habilidades muito além da concepção de aspectos teóricos envolvidos. Permitirá, também, que os mesmos tenham participação efetiva na construção do seu próprio conhecimento, bem como possibilitará a interpretação do modelo construtivista de ensino.

O projeto em questão vislumbra proporcionar também que os alunos trabalhem norteados sob uma filosofia didática construtivista para as atividades relacionadas ao desenvolvimento de projetos, o que permite melhora na análise e na construção do equipamento, além de explorar de maneira efetiva diversas competências e habilidades. Além disso, tal projeto abre caminho para trabalhar novas capacidades, ainda não exploradas, tanto pelos alunos quanto pela instituição de ensino.

## REFERÊNCIAS

- BATALHA, G. F.** Fabricação e propriedades de metais duros WC-Co, Dissertação de mestrado, UFSC, Florianópolis, 1987.
- BECKER, F.** O que é construtivismo. Ideias. São Paulo: FDE, n.20, p.87-93, 1993.
- FREITAG, B.** Aspectos filosóficos e sócio-antropológicos do construtivismo pós-piagetiano. In: GROSSI, E.P., BORDIM, J. Construtivismo pós-piagetiano: um novo paradigma de aprendizagem. Petrópolis: Vozes, 1993, p.26-34.
- KATO, E.R.R.** Projeto do Intertravamento de Centros de para ambientes de manufatura flexível. São Carlos. 180p. dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 1994.
- LEÃO, D. M. M.** Paradigmas contemporâneos de educação: escola tradicional e escola construtivista. Cadernos de pesquisa, v. 107, p. 187-206, 1999.
- LIBÂNEO, J. C.** As teorias pedagógicas modernas resignificadas pelo debate contemporâneo na educação. Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade. São Paulo: Alínea, p. 1-36, 2005.
- MIZUKAMI, M. G. N.** Ensino: as abordagens do processo. São Paulo: EPU, 1986.
- NARDI, M.** Construa sua própria CNC 3.0. Disponível em: <<https://www.marlonnardi.com/p/cosntrua-sua-p.html>>. Acessado em: 13 de maio de 2019.
- PORTER, M.; HEPPELMANN, J.** Como produtos inteligentes e conectados estão transformando a competição. Brasil: Harvard Business Review, novembro, 2014. 30p
- SAVIANI, D.** Escola e democracia. 24. ed. São Paulo: Cortez, 1991.