

## REFLEXÕES SOBRE AS COMPETÊNCIAS À FORMAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA DE PROJETOS E INOVAÇÃO ADAPTADAS ÀS NECESSIDADES DO CENÁRIO NACIONAL

**Resumo:** Este documento propõe reflexões sobre as competências desejadas à formação em Engenharia Mecânica no Brasil. Estas reflexões apoiam-se em ponderações sobre uma visão do cenário industrial brasileiro atual e voltam-se à formação de profissionais engajados para uma atuação capaz de contribuir com mudanças às condições deste cenário para um estado mais favorável ao próprio desenvolvimento da Engenharia no país. Respeita-se o âmbito complexo e multidisciplinar que esta discussão exige, com diversos aspectos conflitantes e possivelmente ainda não compreendidos. Entretanto, busca-se abordar no escopo deste texto como o processo de ensino poderá mitigar contradições observadas entre a capacidade de se criar soluções mecânicas nacionais, adequadas à realidade e necessidades locais, frente ao avanço da fronteira tecnológica mundial e alguns de seus desdobramentos, como o processo de desindustrialização no país. Nisto, restringem-se as discussões à competência voltada à Engenharia de Projeto e Inovação, considerada elemento-chave que possibilite uma retomada ao processo de pesquisa de desenvolvimento em Engenharia Mecânica e em consonância com as restrições observadas no país. É considerado como que estas restrições trazem implicação na forma de tempos escassos para as indústrias obterem suas soluções de projeto. Nestas considerações, procura-se estimular o uso da geração de esboços feitos à mão sobre ideias e soluções de projeto. É proposto um resgate desta ferramenta antiga para amenizar os efeitos indesejados que ferramentas modernas como o CAD possuem sobre a promoção de novas ideias de projeto em tempo hábil e sobre o processo de comunicação ágil destas ideias junto às equipes de trabalho.

**Palavras-chave:** Engenharia Mecânica. Projeto Mecânico. Gestão de Projetos. Projetos e Inovação. Desenhos Técnicos.

### 1 INTRODUÇÃO

Este documento propõe reflexões sobre as competências desejadas à formação em Engenharia Mecânica no Brasil. Estas reflexões apoiam-se em ponderações sobre uma visão do cenário industrial brasileiro atual e voltam-se à formação de profissionais engajados para uma atuação capaz de contribuir com mudanças às condições deste cenário para um estado mais favorável ao próprio desenvolvimento da Engenharia no país. Respeita-se o âmbito complexo e multidisciplinar que esta discussão exige, com diversos aspectos conflitantes e possivelmente ainda não compreendidos. Entretanto, busca-se abordar no escopo deste texto como o processo de ensino poderá mitigar contradições observadas entre a capacidade de se criar soluções mecânicas nacionais, adequadas à realidade e necessidades locais, frente ao

avanço da fronteira tecnológica mundial e alguns de seus desdobramentos, como o processo de desindustrialização no país. Nisto, restringem-se as discussões à competência voltada à Engenharia de Projeto e Inovação, considerada elemento-chave que possibilite uma retomada ao processo de pesquisa de desenvolvimento em Engenharia Mecânica e em consonância com as restrições observadas no país. É considerado como que estas restrições trazem implicação na forma de tempos escassos para as indústrias obterem suas soluções de projeto. Nestas considerações, procura-se estimular o uso da geração de esboços feitos à mão sobre ideias e soluções de projeto. É proposto um resgate desta ferramenta antiga para amenizar os efeitos indesejados que ferramentas modernas como o CAD (*Computer Aided Design*) possuem sobre a promoção de novas ideias de projeto em tempo hábil e sobre o processo de comunicação ágil destas ideias junto às equipes de trabalho.

## 2 DEFINIÇÕES BÁSICAS

Podem ser encontradas várias definições para a palavra “Engenharia”. Segundo a (IAENG, 2018), uma associação internacional que congrega algumas das principais associações ou sociedades de Engenharia no mundo, o conceito de Engenharia provém do Latim “*Ingenium*”, termo que se remete a algo como uma ideia brilhante, proveniente da arte criativa de um gênio. Por isto, Engenheiros(as) trabalham com conceitos matemáticos e das ciências naturais com julgamento e criatividade para desenvolver soluções que utilizam os materiais e as leis naturais para benefício da humanidade. Esta definição pode relacionar-se com outros termos provenientes do Latim: “*Ingeniare*”, o que significa conceber, desenvolver ou idealizar e “*Designare*” para os significados em designar ou escolher. O documento (ABENGE/MEI, 2018) parece ser mais restritivo quanto a este conceito, podendo eliminar algumas de suas potencialidades ao sugerir: “Engenharia é a arte de dirigir as grandes fontes de energia da natureza para o uso e conveniência do homem”, em paráfrase a Thomas Tredgold (1788 – 1829). Entretanto, são feitas atualizações naquele documento para contemplar as definições mais atuais como acima.

A ABET (ABET, 2014), uma associação internacional não governamental que oferece acreditação a mais de 3700 cursos espalhados em mais de 30 países, concorda com as definições genéricas dadas para Engenharia, como acima. Com isto, ela restringe o escopo da Engenharia Mecânica segundo o aspecto curricular pelo qual os alunos aplicam os princípios gerais da Engenharia, das Ciências Básicas e da Matemática (com ênfase ao cálculo por multivariáveis e às equações diferenciais) para modelar, analisar e conceber a viabilização de sistemas físicos, componentes ou processos para os âmbitos físicos mecânicos e/ou térmicos.

Pode-se considerar que a Engenharia Mecânica reúne um conjunto de ações para que seja idealizado um sistema mecânico a ser construído para atender alguma demanda social, mesmo porque as soluções de Engenharia encontram significado somente quando têm uma aplicação real. Neste sentido, o termo “social” é empregado de forma ampla, o que abrange os diversos interesses da sociedade. Estas considerações são reforçadas quando se realiza a atividade de Engenharia que respeita a viabilização e as restrições técnicas, as restrições naturais, de tempos, de custos e de outras como a sustentabilidade, todas em compromisso com o aspecto econômico. O Projeto de Engenharia Mecânica só encontra sentido prático se forem respeitadas estas restrições.

Considera-se que o ato de Projetar em Engenharia Mecânica confunde-se com os atos de conceber, de idealizar, de viabilizar e construir soluções conforme os aspectos citados acima. Ademais, é adequado firmar-se o título de Engenharia de Projeto e Inovação para contemplar todas estas atividades do projeto. Esta prerrogativa apoia-se no resgate das definições mais básicas do conceito Engenharia ao indicar o caminho sistemático para a obtenção de

resultados que poderão estimular a inovação por novas soluções e produtos, sem se desprezar o pilar do conhecimento registrado sobre tudo aquilo que já foi feito para se desenvolver novas soluções.

Entretanto, o cenário brasileiro atual não se mostra favorável à realização do ato ou efeito de projetar, segundo as definições apresentadas. Isto é abordado a seguir.

### 3 CENÁRIO – ENGENHARIA MECÂNICA NO BRASIL

Para uma compreensão básica sobre como o cenário do Brasil influi sobre a evolução da Engenharia Mecânica no país, é necessário analisar e ponderar com cuidado o estado contextual nacional pelas esferas político-institucional, histórica, econômica, jurídico-burocrática, do setor produtivo, das instituições de ensino e pesquisa correlatas, do âmbito constituído pela visão e valores empresariais atuais, pelo potencial acumulado na população como força motora do país, como consumidores e como gente que poderia alterar o próprio curso das coisas, dentre outros aspectos. Não é o foco deste texto a discussão destas diversas teses envolvidas, mas é possível sintonizar historicamente o estado contextual ou cenário no período entre os anos 2005-2018 em relação aos feitos brasileiros no entorno dos seguintes temas da Engenharia geral: descoberta e exploração do Pré-sal do petróleo e importante “boom” da Petrobrás e de suas subsidiárias e fornecedores; alavancagens importantes de mineradoras como a empresa Vale S/A devido às flutuações do preço de suas “commodities” no mercado internacional; realização de grandes obras para a Copa do Mundo FIFA de Futebol (2014) e das Olimpíadas (2016); contratação pelo Governo do Brasil junto ao Governo da França da fabricação de 01 submarino a propulsão nuclear e de submarinos convencionais (ProSub); desenvolvimento do avião a jato KC390 pela empresa Embraer S/A para transporte de cargas especiais; subcontratação (encomenda) do 1º satélite brasileiro de telecomunicações (Visiona-Telebrás); projeto e fabricação no país de equipamentos para os satélites CBERS 3 & 4; instalação no país de uma infraestrutura para a produção de 36 aviões de caça Saab/Gripen para a Aeronáutica (FX-2); aceleração no processo de instalação de montadoras de automóveis no país (aproximadamente 20 logomarcas diferentes), reforçando a competência nacional em manufatura mecânica, além de outros. Pode-se juntar a estes as tentativas parcialmente implementadas no país acerca de ampliação da infraestrutura civil por meio de transportes ferroviários, portos, aeroportos e outros. Podem ser citados ainda: a perda de oportunidade brasileira para participação nos consórcios ISS (*International Space Station*) e ESO (*European Space Observatory* – Chile – telescópio no deserto do Atacama previsto para 2023 com diâmetro de 40m). Podem ser ainda indicados o Agronegócio, a indústria de eletrodomésticos, dos plásticos em geral, de máquinas e equipamentos diversos e outros. É muito comum encontrar nos veículos de comunicação em massa discussões diversas sobre todos estes aspectos citados.

Estas colocações podem, em um primeiro momento, sugerir um cenário ideal para a Engenharia como um todo e, em especial, para a Mecânica quando se toca na questão de vagas, empregos e salários. Este assunto tem gerado muitas discussões em várias instâncias, mas deve-se frisar que, para todos os projetos citados acima no período indicado, houve dificuldades gerais de execução atreladas aos custos, à burocracia, aos atrasos de entregas, aos problemas de engenharia encontrados, à disponibilidade de recursos humanos capacitados, à capacidade de apresentar soluções em tempo hábil, aos diversos problemas de gestão, dentre outros. Estes aspectos diversos refletem dificuldades ou impossibilidades de realizar ou concluir os projetos conforme o desejado e necessário para as restrições e anseios nacionais. Busca-se compreender por que a motivação dos futuros alunos graduandos está relacionada de



alguma forma à possibilidade ou não de inserção profissional neste cenário de risco, marcado também por:

- a) Desindustrialização e queda da participação da Indústria no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro: a Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2018) vem manifestando uma preocupação sobre a perda percentual da indústria nacional sobre o montante do PIB nacional (de 27,2% para 21,2% entre os anos 2006 e 2016) e perda relativa do PIB industrial nacional sobre o montante industrial mundial no mesmo período (2,74% para 1,84%). Com isto, a exportação de manufaturados brasileiros caiu de 0,82% para 0,58% em termos de quanto isto representa ao montante mundial da exportação de manufaturados;
- b) Em sua tese, (DE ARAÚJO, 2016) apresenta um levantamento tomado sobre o Censo Demográfico do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) relativo ao ano de 2010, em que foram identificados 21.337 engenheiros com faixa etária entre 29 e 32 anos, os quais se formaram após o ano de 2003. Este levantamento mostrou que, aproximadamente: 56% trabalhavam com carteira assinada; 9% eram funcionários públicos estatutários ou militares; 5,7% eram trabalhadores sem carteira assinada; 18,8% trabalhavam por conta própria; e 9,4% eram empregadores, dentre outros. Isto pode indicar que a formação aos jovens engenheiros lhes possibilitou uma alguma situação profissional, embora não fosse possível antecipar se o profissional se manteve na área original de graduação. Disto, próximo a 28% dos jovens engenheiros estava em alguma situação de empreendedorismo;
- c) Centros criativos das empresas multinacionais estrangeiras alocados nas matrizes: em oposição a isto, são percebidas no Brasil algumas ações institucionais, de Universidades e Centros de Pesquisa, além de algumas empresas, no sentido de oferecer mais produção científica e de patentes no país, bem como de produtos com algum teor tecnológico. Esta discussão aberta estende-se sobre o assunto da Inovação e da Produtividade para se tentar alavancar atividades econômicas no país. Fatores como crises políticas e econômicas atuais, além de outros, são importantes neste cenário a tal ponto de se tornar as variações do PIB devido ao ganho com inovação e produtividade inócuos frente aos esforços realizados e às necessidades reais do Brasil em gerar riqueza. Estes riscos são percebidos de forma indireta pelos formandos em Engenharia, fazendo com que muitos tenham que buscar o emprego a qualquer custo, o que muitas vezes deixa a qualidade da vaga e estratégia de carreira em segundo plano.

Estes e outros aspectos não citados podem ser considerados como de extrema relevância à viabilização da Engenharia Mecânica do país, pois influem no ciclo produtivo de alto valor agregado e com grande impacto sobre o PIB por meio da agregação de valor aos produtos gerados na cadeia produtiva. À medida em que o ambiente de trabalho vai sendo modificado pelos fatores não desejados, os jovens formandos angariam os postos de trabalho possíveis e, muitas vezes, não aqueles previamente desejados. É possível que o ambiente de incertezas torne a percepção dos alunos de graduação pessimista quanto ao trabalho na área de graduação.

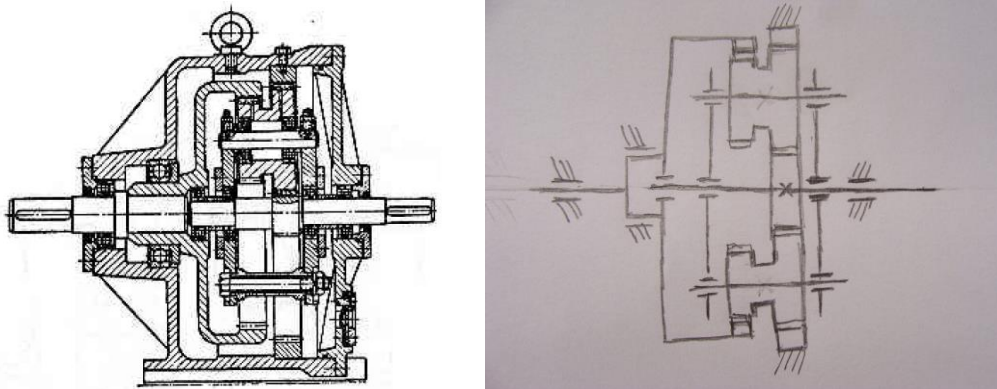
Um conflito comum identificado trata das vagas de trabalho disponíveis na área de Projetos. Foi introduzido previamente o conceito de Engenharia de Projeto e Inovação para a concepção de soluções, ou simplesmente “Projeto Mecânico” neste contexto. Entretanto, pode haver uma inconsistência conceitual ou semântica ao se atribuir o mesmo termo “Projeto” para atividades de Engenharia totalmente diferentes. Isto acontece quando as expressões “Gerenciamento ou Gestão de Projetos” e vagas na área de Projetos passam a fazer parte das buscas de empregos dos jovens engenheiros. Isto é delineado a seguir.

#### 4 CONFLITO SEMÂNTICO: PROJETOS MECÂNICOS E PROJETOS PARA GERENCIAMENTO

Define-se semântica como um ramo da linguística que estuda o significado das palavras e a relação entre significados e seus significantes (SEMÂNTICA, 2018). Neste contexto, o conflito possível de significados e significantes decorre do processo de tradução da língua inglesa para a língua portuguesa das palavras “*Design*” e “*Project*”.

Uma tradução do termo “*Design*” gera: “o modo como algo é feito de forma que isto opere de uma maneira específica ou que tenha certa aparência” e também “um desenho que mostre como alguma coisa será como quando for feita” (DESIGN, 2006). Isto é similar àquilo apresentado na seção das “Definições Básicas” deste texto, tal como “Engenharia de Projetos e Inovação” ou “Projeto Mecânico”, os quais se relacionam com a concepção de uma ideia ou produto, sua idealização e sua viabilização. Por exemplo, como atividades associadas à elaboração do desenho de um redutor planetário da Figura 1-A, tem-se: cálculo das relações de engrenagens, cálculo de torques, dimensionamento de eixos, rolamentos, engrenagens, elaboração de layouts e croquis (Figura 1-B), estabelecimento das dimensões gerais, escolha de materiais e de processos de fabricação, além da coordenação de esforços para fabricação do conjunto, dentre outros aspectos. Normalmente, estas atividades demandam dos alunos de Engenharia Mecânica conhecimentos sólidos associado ao cálculo, aos materiais e aos aspectos tecnológicos e construtivos.

Figura 1-A – Vista de um redutor planetário; Figura 1-B – Esboço esquemático feito manualmente.



Fontes: Figura 1-A (RESHETOV, 2005); Figura 1-B  
Próprio autor.

Por outro lado, um significado do termo “*Project*” pode ser: “um projeto é um empreendimento temporário com o objetivo de criar um produto ou serviço único” (PMI, 2013). É uma prática que vem sendo disseminada nas empresas mundo afora e que parece ser atrativa ao aluno, pois ele poderia obter o mesmo produto da Figura 1-A por meio da lista de atividades seguintes, as quais o(a) aluno(a) faria um Gerenciamento do Projeto para:

- Identificar potência, rotações e torques de trabalho;
- Identificar dimensões esperadas para o conjunto;
- Pesquisar fornecedores;
- Elaborar cotação de preço e encaminhar ordem de compra;
- Acompanhar o pedido;
- Receber o pedido;
- Encaminhar para montagem e entrega.

Com esta opção do “Engenheiro Empreendedor e Gestor” ou “Gestor de projetos”, o(a) Engenheiro(a) irá obter o mesmo produto final e, normalmente, estes engenheiros são contratados também para a área de Projetos. Por este conflito semântico, muitas empresas contratam profissionais pela expectativa de que eles possam trabalhar com desafios de Engenharia associados com o processo da criação de produtos, pelo que o(a) engenheiro(a) iria controlar e executar todas etapas deste processo, tal como o Engenheiro de Projetos e Inovação, mas que na prática executam somente o processo de Gestão de Engenharia.

O cenário nacional delineado na seção anterior para o país procurou mostrar que a realidade nacional está propensa a vários aspectos desfavoráveis à realização plena de Projetos e Inovação, à medida em que os tempos organizacionais vão sendo reduzidos para que as organizações sobrevivam. Nisto, emerge a necessidade de que Engenheiros Empreendedores e Gestores enquadrem-se cada vez mais nos ambientes organizacionais para responderem às exigências do mercado.

Para efeito da presente discussão, é preciso respeitar que seria muito simplista descrever estas classificações profissionais em somente duas categorias: a de Engenheiro de Projetos e Inovação e a de Engenheiro Empreendedor e Gestão. É desejável que os profissionais tenham um misto de formação nas duas categorias, além de outras competências que forem exigidas.

Entretanto, pelas considerações prévias, sugere-se fazer um levantamento mais embasado para se verificar uma hipótese que será utilizada ao longo deste texto: a de que os novos engenheiros migram cada vez mais para a Engenharia de Empreendedorismo e Gestão, em detrimento da Engenharia de Projetos e Inovação. Esta hipótese pode ser sustentada de forma indireta pelo aspecto da industrialização nacional, pelo fato de as grandes empresas manterem seus centros de desenvolvimento no exterior e pelo fato de o valor agregado do produto industrial estar declinando em relação ao produto interno bruto nacional, como citado previamente. Por outro lado, destacam-se questões estruturais nacionais como burocracia e outras que afligem as relações comerciais e industriais como concorrência acirrada entre marcas e produtos. Estas questões demandam de muitas empresas a necessidade crítica por sobrevivência em um ambiente marcado por tempos escassos e custos restritos. Nisto, é cada vez mais proibitivo enfrentar os riscos tecnológicos por novos desenvolvimentos. A Engenharia de Empreendedorismo e Gestão passa a prevalecer neste cenário para atender as novas exigências.

Não se faz uma crítica sobre a formação em Empreendedorismo e Gestão, pois esta é de extrema importância a qualquer ambiente corporativo, como já fora frisado. O que se questiona é se o modelo de formação atual despreza ou não (e como) a etimologia da palavra Engenharia, na medida em que não consiga valorizar o processo criativo dos alunos de graduação desde o início de seus cursos.

Na seção a seguir, busca-se delinear como que as competências desejadas à formação podem ser lapidadas no sentido de promover uma possível mitigação desta crítica.

## 5 COMPETÊNCIAS DESEJÁVEIS EM PROJETO E INOVAÇÃO

Em (BIANCHINI et al, 2017) é apresentada uma revisão sobre diversas concepções atribuída ao termo “competência”, sendo citados vários autores ou aquilo que é praticado em alguns países. Por aquele trabalho, é interessante perceber como que a concepção empregada condiciona a explicação do significado. Segundo os mesmos autores, pela concepção brasileira define-se competência como “Conjunto de conhecimentos e habilidades que permitem a um trabalhador obter um desempenho considerado competente”. Em contraste, a Alemanha define o termo indiretamente como “Competente é a pessoa que é capaz de solucionar problemas”. No caso do Brasil, é evidente a necessidade de se declarar qual é o



conjunto de conhecimentos e habilidades necessários para se atingir tal fim. No caso da Alemanha, atribui-se sua declaração a tudo o que for necessário para a obtenção de resultados.

Neste sentido, a resolução (BRASIL, 2002) considerou uma lista de quatorze competências e habilidades gerais que deveriam fazer parte da formação dos engenheiros no país. É interessante observar que estas resoluções do ano de 2002 são muito similares às resoluções apontadas em (SHUMAN et al, 2005), os quais discutiram as competências definidas pela organização ABET (ABET, 2014), previamente elaboradas no ano 2000. Ou seja, havia motivação pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) para se estabelecer um padrão de resultados típico daquilo que estava sendo praticado em outros países ao longo dos anos. As novas atribuições previstas em (ABENGE/MEI, 2018) pressupõem uma organização das competências desejáveis segundo o enfoque de três áreas de caracterização do perfil profissional:

- a) Atuar em todo o “ciclo de vida” e contexto do projeto de produtos e de seus componentes, sistemas e processos produtivos, inclusive inovando-os – Engenheiro Projetista e Inovador; ou
- b) Atuar em todo o “ciclo de vida” e contexto de empreendimentos, inclusive na sua gestão e manutenção – Engenheiro Empreendedor e Gestor; ou
- c) Atuar na sua na formação de outros engenheiros e profissionais que atuem na cadeia produtiva de projetos de produtos e de empreendimentos – Engenheiro Educador (Educação em Engenharia).

Nisto, para cada área é esperado um desenvolvimento das competências seguintes (ABENGE/MEI, 2018):

- a) Analisar e compreender os usuários das soluções de engenharia e seu contexto, para formular os problemas de engenharia de forma a conceber soluções desejáveis;
- b) Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos matemáticos, computacionais ou físicos, validados por experimentação;
- c) Conceber, projetar, adaptar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos (projeto);
- d) Implantar as soluções de Engenharia considerando os aspectos técnicos, sociais, legais, econômicos e ambientais;
- e) Comunicar-se efetivamente (comunicação);
- f) Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares (liderança e trabalho em equipe);
- g) Interpretar e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão (legislação e ética);
- h) Ser capaz de aprender de forma autônoma, de forma a lidar com situações e contextos desconhecidos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência e da tecnologia (atualização permanente);
- i) Competências específicas, em acordo com o curso de Engenharia em termos de modalidade escolhida e características regionais demandadas (modalidade).

É necessário avaliar com cuidado em (ABENGE/MEI, 2018) as premissas que acompanham a implementação das competências citadas. Não está claro naquele documento, entretanto, qual é o método proposto para se atingir os objetivos almejados. Para o escopo da Engenharia Mecânica e considerando-se formas para se atingir tais objetivos, tecem-se comentários a seguir sobre uma ferramenta de trabalho comum em ambientes como o de Engenharia de Projetos Mecânicos e que tem perdido espaço devido ao uso das novas ferramentas tecnológicas.

## 6 O PROCESSO DE GERAÇÃO DE ESBOÇOS FEITOS À MÃO

Um padrão para representação de esboços manuais de Projetos Mecânicos é encontrado em (ACHERKAN, 1968).

(HELLMEISTER et al, 2012) analisaram o emprego de ferramentas auxiliadas por computador (exemplo do CAD – *Computer Aided Design*) em um curso de graduação. No seu trabalho, foram evidenciadas as vantagens pelo aspecto ensino-aprendizagem pelas quais os alunos absorvem os conhecimentos a partir da ferramenta CAD. Entretanto, naquele trabalho não foram levantadas questões a respeito das ferramentas que perderam lugar para o computador: o esboço feito à mão, o planejamento do traçado, a idealização e a construção representativa da ideia.

Estas são questões que (ULLMAN et al, 1990) abordaram quando o desenho técnico feito à mão estava em processo de substituição massiva pelo CAD. Em seu trabalho, eles demonstraram a importância do trabalho à mão pelos aspectos: um ganho importante na capacidade de pensar sobre o objeto e sua construção, a idealização do próprio objeto, à resolução de problemas relacionados e a possibilidade de comunicação ágil durante o processo de idealização.

(BOOTH et al, 2016) apresentaram uma revisão sobre os trabalhos de vários autores, em que frisaram a importância do processo de geração dos esboços à mão pelos aspectos: as representações visuais são parte essencial do processo de criação; projetistas experientes transitam rapidamente entre etapas do processo criativo, principalmente quando estão em seu início; esboços feitos à mão podem comportar diferentes níveis de abstração e podem oferecer uma maneira de se pensar integrada à compreensão dos problemas; esta ferramenta auxilia na compreensão de problemas mal estruturados, sendo portanto uma ferramenta de solução de problemas; é também uma ferramenta de comunicação junto às equipes de trabalho. Além disto, estes autores frisaram a importância de os esboços serem passíveis de serem preparados e disponibilizados rapidamente, pois reúnem a possibilidade de organizarem somente as informações necessárias à comunicação desejada.

Neste sentido, observa-se que o esboço representativo da Figura 1-B, o qual foi gerado em aproximadamente 5 minutos, é bastante viável às etapas iniciais de um projeto mecânico no sentido de oferecer discussões rápidas e possibilidades de alterações e proposições de novas ideias. O processo representativo esquemático é passível de captar estas necessidades. O desenho de conjunto da Figura 1-A poderia ser obtido posteriormente, após um trabalho com duração de algumas horas ou dias, após a realização de discussões intensas na etapa conceitual. Esta consideração é compreensível quando se trata de um equipamento consagrado, como é o caso do redutor. Entretanto, é possível vislumbrar que a ferramenta do esboço manual com suas vantagens terá mais efeito quando se tratar de um equipamento cuja forma final não seja conhecida.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mote das discussões anteriores partiu de algumas considerações sobre as necessidades profissionais implicadas aos engenheiros e engenheiras no Brasil, bem como do conflito semântico colocado em torno da palavra “projeto”, cuja solução remeteu-se à etimologia da palavra Engenharia. Como prerrogativa, partiu-se da premissa de que o processo de formação em Engenharia Mecânica deve estar atento a estes aspectos. Isto significa propor aprimoramentos aos cursos que sejam fiéis e orientadas segundo as próprias condições do mercado de trabalho, sem se desprezar a orientação para que os futuros profissionais trabalhem pelo crescimento da Engenharia no país.



Dadas estas colocações neste contexto, reitera-se como sugestão de método para se alcançar as competências apresentadas em (ABENGE/MEI, 2018), especialmente na área de Projetos e Inovação, o resgate, uso e aprimoramento do processo de realização de esboços feitos à mão como complemento à ferramenta CAD, como ferramenta educacional à formação em Engenharia Mecânica no tocante aos aspectos da abstração, da geração de ideias, da solução de problemas e da comunicação e como ferramenta de trabalho aos futuros profissionais. Esboços feitos à mão oferecem agilidade na proposição de ideias novas e efetividade à comunicação destas aos companheiros de trabalho.

Finalmente, o uso desta ferramenta de forma planejada é acessível, de baixo custo e interessante para todo o catálogo de disciplinas de um curso de Engenharia Mecânica. É preciso investigar e propor caminhos para o resgate desta ferramenta, uma vez pode-se enfrentar uma resistência importante por parte dos alunos devido à dificuldade de execução de esboços manuais e devido ao uso intensivo de ferramentas computacionais CAD.

## 8 REFERÊNCIAS

ABENGE/MEI, **Inovação na Educação em Engenharia**: Proposta de Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Engenharia. Brasília. Jan, 2018.

ABET. **Criteria for Accrediting Engineering Programs**. Effective for Reviews During the 2015-2016 Accreditation Cycle. Nov. 2014. Disponível em < <http://www.abet.org/wp-content/uploads/2015/05/E001-15-16-EAC-Criteria-03-10-15.pdf>>. Acesso em 28 abril. 2018.

ACHERKAN, N. **Machine Tool Design**. 2ª. Edição, v. 1. Moscou, MIR, 1968.

BIANCHINI, B.L. et al. Competências matemáticas: perspectivas da SEFI e da MCC, **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v.19, n.1, 49-79, 2017. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/30194> >. Acesso em: 29 abril. 2018.

BOOTH, J.W et al. Interventions for teaching sketching skills and reducing inhibition for novice engineering designers. **Design Studies**, United States, v.43, , p. 1-23, 2016.

BRASIL / MEC. **Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia**. /Conselho Nacional de Educação / Câmara de Educação Superior. aprovado em 12/12/2001. Despacho do Ministro em 22/2/2002, publicado no Diário Oficial da União de 25/2/2002, Seção 1, p. 17.

CNI – **Confederação Nacional da Indústria**. [online]. Jan. 2018. Disponível em: < <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/economia/brasil-perde-espaco-no-mercado-mundial/>>. Acesso em: 28 abril. 2018.

De Araújo, B.C.P.O. **Trajetórias Ocupacionais de Engenheiros Jovens no Brasil**. 2016. 150 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

"DESIGN" Def. 1e. **Macmillan English Dictionary**. 2006. Print.

HELLMEISTER, Luiz A. V. et al; . Utilização de Instrumentos de Desenho e Tecnologias de projeto Assistidas por Computador na Educação em Engenharia. In: XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2012, Belém. **Anais**. Belém, 2012.

IAENG - **International Association of Engineers**. [online]. Disponível em: <[http://www.iaeng.org/about\\_IAENG.html](http://www.iaeng.org/about_IAENG.html)>. Acesso em: 28 abril. 2018.

PMI. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**. Guia PMBOK 5ª Ed. – EUA: Project Management Institute, 2013.

RESHETOV, D.N. et al. **Atlas de Construção de Máquinas**. Tradução: Tatiana M. Dimitroff e Joshuah de Bragança Soares. São Paulo: Hemus, 2005.

SEMÂNTICA. **Priberam Dicionário**, 28 abril. 2018. Disponível em <<https://www.priberam.pt/dlpo/semantica>>. Acesso em 28 abril. 2018.

SHUMAN, L.J.; BESTERFIELD-SACRE, M.; MCGOURTY, J. The ABET “Professional Skills” – Can They Be Taught? Can They Be Assessed?. **Journal of Engineering Education**, p. 41-55, jan. 2005. Disponível em: <[http://bioinfo.uib.es/~joe/semduc/PlansEstudis/ABET\\_Criteria\\_PTE/AbetProfessionalSkills\\_JEE2005.pdf](http://bioinfo.uib.es/~joe/semduc/PlansEstudis/ABET_Criteria_PTE/AbetProfessionalSkills_JEE2005.pdf)>. Acesso em: 29 abril. 2018.

ULMAN, D.G.; WOOD, F.; CRAIG, D. The Importance of Drawing In The Mechanical Design Process. **Comput. & Graphycs**, Great Britain, v.14, n.2, p. 263-274, 1990.

## **SOME THOUGHTS ON COMPETENCIES FOR A DESIGN AND INNOVATION MECHANICAL ENGINEERING ADAPTED TO DEMANDS OF THE NATIONAL SCENARIO**

**Abstract:** *This document depicts some thoughts about the desired competencies for students of Mechanical Engineering (ME) undergraduate courses in Brazil. The discussions consider a vision of the current Brazilian industry, by turning to the educational process that prepares the professionals to a condition to contribute and change the local industry state to a more synergistic state for ME developments. It must be cautious with this question due to some complexity and multidisciplinary factors, with conflicting and misunderstood issues. In the scope of interest is how the educational process will boost up the innovative capability of Brazilian engineers to create new suitable solutions to local conditions and demands, as a mitigation to the world technological frontier advances and some of its consequences for the country, as deindustrialization. The present discussions are focused on the competencies that promote a Design and Innovation Engineering side effects for ME, as a keystone to empower the Research and Development capabilities that complies with the overall restrictions of this country. It shall be underlined how those restrictions imply in difficulties for national companies to delivers their new mechanical designs on the schedule, as the available times are being reduced due to competition and regulatory issues. As a suggestion to cope with those difficulties, it is proposed to bring back the sketching abilities, as a manual tool to compensate for the negative effects of Computer Aided Design (CAD) when is desired a lot of mechanic design ideas in a fast way to be communicated to the workgroup.*

**Key-words:** *Mechanical Engineering. Mechanical Design. Project Management. Design and Innovation. Technical Drawings.*