



**DESTAQUES DE INOVAÇÃO**

# **RECOMENDAÇÕES PARA O FORTALECIMENTO E MODERNIZAÇÃO DO ENSINO DE ENGENHARIA NO BRASIL**



**Brasília, 2018**



Confederação Nacional da Indústria

**CNI. A FORÇA DO BRASIL INDÚSTRIA**





**DESTAQUES DE INOVAÇÃO**

# **RECOMENDAÇÕES PARA O FORTALECIMENTO E MODERNIZAÇÃO DO ENSINO DE ENGENHARIA NO BRASIL**



**Brasília, 2018**

**CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI**

*Robson Braga de Andrade*

Presidente

**SESI – Departamento Nacional**

*Robson Braga de Andrade*

Diretor

**SENAI – Departamento nacional**

*Rafael Esleraldo Lucchesi Ramacciotti*

Diretor Geral

**IEL – Núcleo Central**

*Paulo Afonso Ferreira*

Diretor-Geral



**DESTAQUES DE INOVAÇÃO**

# **RECOMENDAÇÕES PARA O FORTALECIMENTO E MODERNIZAÇÃO DO ENSINO DE ENGENHARIA NO BRASIL**



**Brasília, 2018**

© 2018. CNI – Confederação Nacional da Indústria  
© 2018. SESI – Serviço Social da Indústria  
© 2018. SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial  
© 2018. IEL – Instituto Euvaldo Lodi

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

Sistema Indústria  
Diretoria de Inovação - DI

## FICHA CATALOGRÁFICA

---

C748d

Confederação Nacional da Indústria.

Destaque de inovação: recomendações para o fortalecimento e modernização do ensino de Engenharia no Brasil/ Confederação Nacional da Indústria, Serviço Social da Indústria, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, Instituto Euvaldo Lodi – Brasília: CNI, 2018.

28 p. : il.

1. Inovação 2. Engenharia 3. Formação de engenheiros I. Título

CDU: 658

---

**CNI**  
**Confederação Nacional da Indústria**  
**Sede**  
Setor Bancário Norte  
Quadra 1 – Bloco C  
Edifício Roberto Simonsen  
70040-903 – Brasília – DF  
Tel.: (61) 3317-9000  
Fax: (61) 3317-9994  
<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/>

**Serviço de Atendimento ao Cliente - SAC**  
Tels.: (61) 3317-9989 / 3317-9992  
[sac@cni.org.br](mailto:sac@cni.org.br)

# SUMÁRIO



- 8 APRESENTAÇÃO**
- 10 INTRODUÇÃO**
- 13 DIRETRIZES CURRICULARES E  
METODOLOGIAS DE ENSINO**
- 24 AVALIAÇÃO DE CURSOS DE  
ENGENHARIA**
- 29 CONTRATAÇÃO, CAPACITAÇÃO E  
AVALIAÇÃO/PROMOÇÃO DOCENTE**



# APRESENTAÇÃO

Inovação se faz com ideias. Por isso, dispor de mão de obra qualificada é primordial para atender os desafios do mercado e as demandas das indústrias instaladas no país. A necessidade da manufatura avançada de conectar máquinas, pessoas e sistemas faz crescer a procura por profissionais altamente qualificados, sobretudo por engenheiros.

Tendo em vista esse cenário, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) e a Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI) têm atuado em busca da modernização dos currículos das engenharias no Brasil. O contexto atual requer uma formação que privilegie, por exemplo, o domínio de competências ligadas ao desenvolvimento e gestão de projetos, além de habilidades como empreendedorismo, liderança, criatividade, facilidade de trabalho em equipes multidisciplinares e capacidade de aprendizado autônomo.

O trabalho da CNI e da MEI se dá, essencialmente, por meio da participação em fóruns, organização de debates e elaboração de propostas, como as mostradas no presente documento: Destaque de Inovação – Recomendações para o Fortalecimento do Ensino de Engenharia no Brasil.

A publicação traz propostas elaboradas pelo Grupo de Trabalho para o Fortalecimento das Engenharias no Brasil, criado no âmbito da MEI, do qual participam representantes de empresas, universidades e governo. O grupo elegeu três temas estratégicos: a modernização de diretrizes curriculares e metodologias, o aprimoramento do sistema de avaliação e a valorização da atividade docente. Para cada um dos eixos, existem recomendações com o objetivo de elevar a qualidade do ensino das engenharias.

Em países avançados, os investimentos em formação e capacitação de recursos humanos são prioridade, com destaque para as áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática. O Brasil, porém, ainda tem um longo caminho a percorrer, a começar pela educação básica. A precariedade nesse aspecto tem impactos sobre o ensino superior, seja afastando os jovens dos campos mais relacionados à ciência e tecnologia, onde a matemática é pré-requisito, seja dificultando sua progressão e permanência nos cursos.



Além disso, apesar do aumento significativo no número de graduados na última década, não se viu melhora do perfil desses alunos ou da qualidade do ensino das engenharias, que, infelizmente, ainda permanece desfocado da realidade do mercado.

A fim de fortalecer e aprimorar a qualidade de ensino das engenharias no Brasil e, ao mesmo tempo, o ecossistema de inovação, apresentamos, aqui, propostas preliminares que abordam temas críticos e merecem atenção. Esperamos que o esforço em sistematizar essas ideias estimule as mudanças tão necessárias para que tenhamos engenheiros e indústrias cada vez mais inovadores.

Boa leitura.

**Robson Braga de Andrade**

*Presidente da CNI*



# INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, houve uma ampliação expressiva da demanda e da oferta de cursos de Engenharia no país, sobretudo no setor privado. Em 2016, os engenheiros representavam cerca de 10% dos graduados no ensino superior, contra 5% em 2001.

O contexto de crise econômica, deslocou o debate sobre escassez de engenheiros. Mas permanece latente a preocupação com a qualidade técnica do ensino de Engenharia e do preparo profissional dos jovens que estão ingressando no mercado. Desse prisma, entre as fragilidades da formação em Engenharia nas escolas do país, os diagnósticos apontam:

- Necessidade de desenvolver pensamento criativo, sólida base teórica, mas motivada pela solução de problemas, e com ênfase no fortalecimento das habilidades e das competências dos estudantes;
- Necessidade de desenvolver habilidades complementares à formação técnica, importantes para as estratégias de inovação;
- Excessivo número de especialidades de Engenharia, reforçadas pelo arcabouço de sistemas e instituições voltadas para o credenciamento profissional;
- Elevada taxa de evasão;
- Baixa internacionalização dos cursos;
- Fraca interação com as empresas.

Esse debate torna-se mais urgente no cenário da manufatura avançada, *big data*, inteligência artificial, *cloud computing*, nanotecnologia, impressão em 3D, que fazem cada vez mais parte da rotina das empresas. Os profissionais de Engenharia têm um papel fundamental no desenvolvimento e absorção dessas novas tecnologias, ligadas ao aumento da produtividade, da inovação e da competitividade da indústria nacional.

Por esses motivos, a formação em Engenharia tem recebido uma atenção especial na agenda de Recursos Humanos da Mobilização Empresarial pela Inovação – MEI<sup>1</sup>. Como parte dos esforços de promover o debate qualificado em torno dessa agenda e definir ações factíveis para a área de Engenharia no país, em sintonia com as demandas da sociedade e do mercado, a MEI criou o Grupo de Trabalho para o Fortalecimento das Engenharias. O Grupo é formado por representantes de empresas da MEI, do governo e da academia, o que permite a troca de percepções e das diferentes experiências dos atores com o tema.

<sup>1</sup> A Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI), coordenada pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), foi criada em 2008, com os objetivos de fazer da inovação um tema permanente da estratégia das empresas e contribuir para o aprimoramento das políticas públicas relacionadas ao tema.

Atualmente, integram o Grupo de Trabalho:

- Anderson Ribeiro Correia, Reitor do ITA
- Benedito Aguiar Neto, Reitor do Mackenzie
- Benjamin Sicsú, Vice-Presidente de Relações Governamentais da Samsung do Brasil
- Carlos Eduardo Pereira, Diretor de Operações da Embrapii e Professor Titular Escola de Engenharia da UFRGS
- Carlos Nazareth Motta Marins, Vice-Diretor do Inatel
- Eduardo Zancul, Professor da USP
- Fabio Prado, Reitor da FEI
- Humberto Pereira, Presidente da Anpei
- Irineu Giansesi, Diretor de Novos Projetos Acadêmicos do Insper
- Israel Valle, Gerente da Divisão de Veículos Comerciais da ZF do Brasil
- Leone Peter Andrade, Diretor de Tecnologia e Inovação do SENAI CIMATEC
- Luiz Roberto Curi, Presidente da Câmara de Educação Superior do CNE
- Mauro Kern, Vice-Presidente Executivo de Engenharia da Embraer
- Octavio Mattasoglio Neto, Diretor da Abenge
- Paulo Barone, Secretário de Educação Superior (SESu) do MEC
- Paulo Lourenção, Coordenador da Embraer
- Tatiana Ferraz, Pró-reitora do Centro Universitário SENAI CIMATEC
- Vagner Cavenaghi, Diretor da Abenge
- Vanderli Fava de Oliveira, Presidente da Abenge
- Victor Teles, Gerente Executivo da Festo Brasil
- Wilson Brício, Presidente da ZF do Brasil

O momento é oportuno para esse debate. Há maior consenso sobre a necessidade de revisão e aprimoramento dos cursos, a fim de que sejam formados engenheiros mais inovadores, capazes de exercer a Engenharia com competência técnica, criatividade, disposição permanente a aprender e responsabilidade ética, social e ambiental, para citar apenas alguns requisitos.

Entende-se, porém, que as ações necessárias para a melhoria da qualidade do ensino e formação desse perfil de engenheiro vão além das atividades em sala aula. Carecemos de políticas consistentes para promover a modernização dos currículos e adoção de novas abordagens pedagógicas, mas é preciso também trabalhar em favor da melhoria dos processos de avaliação e da valorização da atividade docente.

O sistema de avaliação é apontado como um importante vetor para o aumento da qualidade do ensino. Mais do que isso: pode ser um indutor de inovações institucionais nos cursos, ao dar mais visibilidade aos centros de excelência, que primam pela formação de profissionais altamente qualificados.

Da mesma forma, é reconhecido o papel fundamental do docente nesse novo ambiente. Do professor depende grande parte das mudanças. Portanto, a valorização da docência e a oferta de estímulos para sua capacitação são vistos como peça chave desse debate.

Assim, tendo por base essas premissas, o presente documento priorizou as i) diretrizes curriculares e metodologias de ensino, ii) a avaliação dos cursos de engenharia e iii) a formação e capacitação docente como eixos temáticos principais do debate. Para cada um deles, apresentados nas seções a seguir, o trabalho se concentrou em um número restrito de recomendações com alto potencial de impacto na modernização e fortalecimento das Engenharias no país.

A equipe da MEI agradece a colaboração de todos na construção dessa agenda, em especial, aos que se dedicaram à elaboração do material ora apresentado: Carlos Marins, Eduardo Zancul, Fabio Prado, Irineu Giansesi, Paulo Lourenção e Victor Teles.

# 1. DIRETRIZES CURRICULARES E METODOLOGIAS DE ENSINO<sup>2</sup>

## a. Contexto

Dentro dos ambientes acadêmicos e nas empresas que se envolvem com a proposta de formação de engenheiros, existe um grande número de professores e profissionais que consideram as atuais Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (DCN), conforme Resolução CNE/CES 11, de 11 de Março de 2002, razoavelmente alinhadas às necessidades atuais da indústria. As competências e habilidades gerais propostas atualmente podem ser analisadas na Tabela I.

TABELA I - COMPETÊNCIAS E HABILIDADES GERAIS PROPOSTAS PELAS DCN PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA NO BRASIL	
ITEM	COMPETÊNCIAS E HABILIDADES
I	Aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia
II	Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados
III	Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos
IV	Planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia
V	Identificar, formular e resolver problemas de engenharia
VI	Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas
VII	Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas
VIII	Avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas
XI	Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica
X	Atuar em equipes multidisciplinares
XI	Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais
XII	Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental
XIII	Avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia
XIV	Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional

Fonte: Conselho Nacional de Educação, Câmara da Educação Superior, 2002.

Acompanhando esta lista de competências e habilidades gerais, as DCN (2002) ainda propõem em seu Artigo 5º:

*"Cada curso de Engenharia deve possuir um projeto pedagógico que demonstre claramente como o conjunto das atividades previstas garantirá o perfil desejado de seu egresso e o desenvolvimento das competências e habilidades esperadas. Ênfase deve ser dada à necessidade de se reduzir o tempo em sala de aula, favorecendo o trabalho individual e em grupo dos estudantes.*

2 Seção elaborada por Carlos Nazareth Motta Marins (Inatel) e Victor Teles (FESTO).

§ 1º Deverão existir os trabalhos de síntese e integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, sendo que, pelo menos, um deles deverá se constituir em atividade obrigatória como requisito para a graduação.

§ 2º Deverão também ser estimuladas atividades complementares, tais como trabalhos de iniciação científica, projetos multidisciplinares, visitas teóricas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores e outras atividades empreendedoras."

As iniciativas europeias de adequação do ensino superior às demandas atuais são traduzidas pelo Processo de Bolonha, que propõem como questão central a "mudança de paradigma de ensino de um modelo passivo, baseado na aquisição de conhecimentos, para um modelo baseado no desenvolvimento de competências gerais – instrumentais, interpessoais e sistêmicas – e de natureza específica, associadas à área de formação e onde as componentes experimental/campo/atelier e de projeto desempenham um papel importante" (DL nº74/2006)<sup>3</sup>.

Além da declaração, o Processo de Bolonha conta com as listas de competências resultantes de um processo ensino-aprendizagem nas dimensões instrumentais, interpessoais e sistêmicas, como apresentado na Tabela II.

<b>TABELA II - COMPETÊNCIAS RESULTANTES DE UM PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM NAS DIMENSÕES INSTRUMENTAIS, INTERPESSOAIS E SISTÊMICAS, SEGUNDO OS DESCRITORES DE DUBLIN</b>	
<b>TIPO DE COMPETÊNCIA</b>	<b>DESIGNAÇÃO DA COMPETÊNCIA</b>
Instrumental	Capacidade de análise e síntese
	Capacidade para organizar e planejar
	Conhecimentos gerais básicos
	Patamar em conhecimentos básicos da profissão
	Comunicação oral e escrita na língua materna
	Conhecimentos de uma 2ª língua
	Habilidades elementares de computação e informática
	Habilidades em gestão de informação (capacidade para procurar e analisar informação de várias fontes)
	Resolução problemas
Interpessoais	Habilidades de crítica e de autocrítica
	Trabalho em grupo
	Habilidades interpessoais
	Habilidade para trabalhar em grupo interdisciplinar
	Habilidade em comunicar com especialistas noutras áreas
	Apreciação da diversidade e da multiculturalidade
	Habilidade em trabalhar num contexto internacional
Compromisso Ético	

Continua

<sup>3</sup> [https://www.fct.pt/apoios/bolsas/DL\\_74\\_2006.pdf](https://www.fct.pt/apoios/bolsas/DL_74_2006.pdf) Acesso em: 04/11/2017.

**TABELA II - COMPETÊNCIAS RESULTANTES DE UM PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM NAS DIMENSÕES INSTRUMENTAIS, INTERPESSOAIS E SISTÊMICAS, SEGUNDO OS DESCRITORES DE DUBLIN**

TIPO DE COMPETÊNCIA	DESIGNAÇÃO DA COMPETÊNCIA
Sistêmicas	Capacidade para aplicar conhecimentos na prática
	Habilidades de investigação
	Capacidade para aprender
	Capacidade para se adaptar a novas situações
	Capacidade para gerar novas ideias criatividade
	Liderança
	Compreensão de culturas e tradições de outros países
	Habilidade para trabalhar autonomamente
	Gerir e conceber projetos
	Espírito de iniciativa e de empreendedorismo
	Preocupação com a qualidade
	Vontade de vencer e ter sucesso

Fonte: Descritores de Dublin.

Comparando a proposta brasileira ao Processo de Bolonha, pode-se perceber que se busca a formação de profissionais com perfis próximos.

No Processo de Bolonha, tem-se como proposta a adoção de graus para formação dos profissionais. Em Engenharia a estrutura mais adotada pelas Instituições de Ensino Superior (IES) é a de (3+2), com um primeiro ciclo de bacharelado com três anos e um segundo ciclo para o mestrado com dois anos.

Avançando na análise do Processo de Bolonha, vale analisar os Descritores de Dublin<sup>4</sup>, que descrevem competências e habilidades para cada um dos dois ciclos, que neste documento estão apresentados nas tabelas III e IV.

**TABELA III - COMPETÊNCIAS PESSOAIS DO BACHAREL (1º CICLO), SEGUNDO OS DESCRITORES DE DUBLIN**

O GRADUADO DEVE SER CAPAZ DE:
Transmitir informação, ideias, problemas e soluções a audiências de especialistas e de não-especialistas
Adaptar-se a tecnologias em mudança e novas técnicas como parte de um processo de vida de aprendizagem contínua
Trabalhar eficientemente em grupos de projeto e de trabalho em equipe
Compreender o processo de interação entre os elementos de trabalho da equipe e ser capaz de se adaptar aos requisitos do seu ambiente de trabalho
Mostrar a influência das atividades da engenharia na vida e no ambiente, e demonstrar uma grande aproximação moral e ética às tarefas em engenharia
Aplicar a sua capacidade de aprendizagem para treino adicional de profissionais ou de acadêmicos
Avaliar de um modo crítico argumentos, conclusões, conceitos abstratos e dados, de forma a elaborar juízos e contribuir para a solução de situações complexas num processo criativo
Mostrar uma apreciação da incerteza, ambiguidade e limites do conhecimento

Fonte: Descritores de Dublin.

<sup>4</sup> <http://www2.isec.pt/~armenioc/privado/Bolonha-ECTS/Bolonha-DEIS/DescritoresDublin.doc> Acesso em: 04/11/2017.

**TABELA IV - COMPETÊNCIAS PESSOAIS DO MESTRE EM ENGENHARIA (2º CICLO), SEGUNDO DESCRITORES DE DUBLIN**

<b>O GRADUADO DEVE SER CAPAZ DE:</b>
Assumir uma aproximação analítica no trabalho baseada num conhecimento científico geral e profundo
Trabalhar em cargos de chefia, incluindo cargos de gestão, em empresas e organizações de investigação e contribuir para a inovação
Planejar, supervisionar e realizar projetos de investigação e desenvolvimento
Explicar as suas ideias e projetos aos seus colegas de trabalho
Encontrar soluções para problemas técnicos e humanos específicos que surgem no ambiente de trabalho
Aplicar competências e qualidades em trabalhos que requerem responsabilidades pessoais e tomadas de decisão
Trabalhar em ambientes internacionais com respeito adequado pelas diferenças entre culturas, língua e fatores sociais e económicos
Transmitir informação, ideias, problemas e soluções a especialistas e não-especialistas
Aceitar responsabilidades das tomadas de decisão incluindo a supervisão
Mostrar preocupação nas ligações com outras áreas disciplinares e assumir compromisso no trabalho interdisciplinar

Fonte: Descritores de Dublin.

Ainda com os Descritivos de Dublin, pode-se analisar as Tabelas V e VI com a descrição dos conhecimentos, competências e habilidades para engenharia mecânica.

**TABELA V - DESCRIÇÃO DOS CONHECIMENTOS, COMPETÊNCIAS E HABILIDADES PARA ENGENHARIA MECÂNICA (1º CICLO), SEGUNDO OS DESCRITORES DE DUBLIN**

<b>GRAU DE BACHAREL (3 ANOS) - O GRADUADO DEVE SER CAPAZ DE:</b>
Explicar os fundamentos da mecânica e da mecânica dos fluidos
Explicar os fundamentos da ciência dos materiais e da resistência dos materiais
Explicar os fundamentos das ciências térmicas – termodinâmica e transferência de calor
Realizar a concepção de elementos de máquinas e de sistemas mecânicos usando códigos comerciais de CAD.
Explicar os princípios de operação de máquinas comuns – bombas, ventiladores, turbinas, motores
Realizar cálculos de parâmetros de sistemas de fluidos – hidráulicos e gasosos – e escolher as características de máquinas produzidas comercialmente
Determinar balanços mássicos e energéticos e a eficiência em sistemas produtores de trabalho
Usar equipamentos comuns de medida para controlar a potência disponível de sistemas mecânicos
Explicar o impacto do uso dos materiais e da engenharia mecânica no meio ambiente

Fonte: Descritores de Dublin.

**TABELA VI - DESCRIÇÃO DOS CONHECIMENTOS, COMPETÊNCIAS E HABILIDADES PARA ENGENHARIA MECÂNICA (2º CICLO), SEGUNDO OS DESCRITORES DE DUBLIN**

<b>GRAU DE MESTRE (+ 2 ANOS) - O GRADUADO DEVE SER CAPAZ DE:</b>
Conceber sistemas mecânicos e máquinas de potência (produção de trabalho)
Realizar medições detalhadas de parâmetros em sistemas mecânicos e térmicos
Avaliar o impacto do uso de máquinas e de sistemas mecânicos no ambiente
Explicar as relações económicas na concepção e na exploração de máquinas e de sistemas mecânicos
Explicar as operações fundamentais e de manutenção de sistemas mecânicos

Fonte: Descritores de Dublin.



Analisando as tabelas V e VI é possível perceber que no 1º Ciclo os engenheiros estarão aptos a explicar fundamentos em sua área de atuação, realizar concepção com códigos comerciais de CAD (do inglês Computer Aided Design), especificar máquinas, usar equipamentos básicos de medição e explicar impactos no meio ambiente. Já no 2º Ciclo, os engenheiros estarão aptos a conceber sistemas mecânicos e máquinas de potência, realizar medições detalhadas, avaliar o impacto do uso de máquinas e de sistemas mecânicos no meio ambiente.

Esta concepção de dois ciclos fez com que várias ordens europeias de engenheiros passassem a conceder o grau de engenheiro para os que cursam de forma completa os dois ciclos (1º Ciclo + 2º Ciclo ou 3 anos + 2 anos = 5 anos). Com apenas o bacharelado, é concedido o grau de Técnico ou Engenheiro Técnico. Existem ainda países onde há vários níveis de engenheiros e ter um grau acadêmico reconhecido é um requisito mínimo. Além disso, é necessário ter experiência e treinos profissionais, sujeitar-se a uma avaliação de desempenho profissional e eventualmente a um exame de admissão<sup>5</sup>.

Alguns especialistas europeus defendem que houve um grau acadêmico que desapareceu no atual sistema de Ensino Superior com quatro graus (Bacharel, Licenciado, Mestre, Doutor). O que desapareceu é o equivalente ao grau de Mestre como no modelo brasileiro ou norte-americano. O mestrado (2º grau) de Bolonha não é o mesmo que o mestrado antes do processo (Correia, A.D - Universidade de Coimbra).

O grau atual de mestre concedido pelo Processo de Bolonha se aproxima à especialização ou ênfase dos cursos brasileiros de engenharia de cinco anos, não tendo a profundidade dos programas de mestrado sob responsabilidade da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

O Brasil, dentro da sua proposta atual, conta com os cursos superiores de tecnologia que existem para oferecer ao mercado um profissional formado com menos tempo e com as competências e habilidades que se aproximam do 1º Ciclo do Processo de Bolonha, como pode ser observado na proposta da Universidade Federal do ABC. Existe dentro do processo de Bolonha uma maior preocupação com conceitos e fundamentos, enquanto a proposta brasileira é mais voltada para aplicação. No entanto, cabe ao 2º ciclo do Processo de Bolonha e aos cursos de engenharia do Brasil a formação de profissionais voltados para concepção, projeto, análise, planejamento, supervisão e coordenação em ambientes inovadores de tecnologia.

A proposta de formação de engenheiros no Brasil deve ser revista, mas levando em consideração diversos aspectos da realidade brasileira dentro do contexto educacional e do contexto mercadológico.

O ensino fundamental brasileiro se apresenta na antepenúltima posição no ranking da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)<sup>6</sup> e inevitavelmente esta realidade impacta a grande maioria das escolas de ensino superior no país, fazendo com que parte do tempo universitário seja empregado para adaptação do estudante às necessidades das carreiras de engenharia.

Um segundo aspecto da realidade brasileira é o fato de o Brasil formar poucos mestres e doutores, estando entre as três piores médias da OCDE<sup>7 8</sup>, muito embora o número de formados aumente a cada ano.

5 Correia, A. D. Processo de Bolonha: Uma oportunidade para corrigir as deficiências estruturais do ensino superior em Portugal. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, 2004.

6 <http://www.oecdbetterlifeindex.org/topics/education/> Acesso em: 04/11/2017.

7 Idem.

8 O Globo. Número de mestres e doutores cresce, mas país continua com média ruim. 08/07/2016. <https://oglobo.globo.com/sociedade/educacao/numero-de-mestres-doutores-cresce-mas-pais-continua-com-media-ruim-1-19654855#ixzz57mfvpNgd> Acesso em: 04/11/2017.

Vale ressaltar também que na prática brasileira o mínimo vira máximo. Isso pode ser traduzido pelo grande número de instituições que atendem ao número de horas mínimas, ao número de conteúdos mínimos, ao número mínimo de integração empresa-escola, independentemente do modelo educacional proposto pela instituição e pela forma de trabalho com os alunos (curso noturno, curso integral, semipresencial).

Por fim, sugere-se que as discussões para formação de engenheiros no Brasil avaliem também o papel dos cursos de tecnologia para atender às necessidades do setor industrial e de serviços, pois existe uma complementariedade de propostas e benefícios quanto à atuação de ambos os profissionais.

Não obstante essas considerações, é válido promover a revisão das diretrizes curriculares para os cursos de Engenharia no Brasil, tendo o estudante como foco das atenções e das ações das IES para que tenhamos a formação de um profissional adequado às novas demandas.

Isso implica dar prioridade às competências e habilidades nas DCN; a tratar o curso de engenharia como um processo e não como um conjunto de conteúdos; a comprometer a IES com o resultado das competências que pretende desenvolver; e de forma prudente e responsável, manter o tempo de integralização de cinco anos para garantir a adaptação adequada dos ingressantes no ensino superior e preservar o crescimento que se observa na produção científica brasileira.

Com efeito, o tema “integralização e duração dos cursos de engenharia” merece uma ampla discussão, dado o impacto direto na formação dos alunos. Tendências e experiências internacionais devem ser consideradas nesse debate. Contudo, é imprescindível olhar para a realidade brasileira e identificar seu grau de aderência a quaisquer proposições.

Sob esse aspecto, a visão predominante do GT é contrária à redução do tempo de formação nos cursos de engenharia para quatro anos, sob o risco de uma medida nessa direção favorecer o aumento do número de formados (o que pode ser positivo), mas não ser capaz de resolver nossa carência de engenheiros mais inovadores e melhor preparados para os desafios do mercado, preocupação maior neste momento.

Os argumentos que sustentam essa posição levam em conta especialmente duas preocupações:

- Formação ainda deficitária de muitos ingressantes nos cursos, o que exige maior tempo dedicado à revisão de conteúdos e à adaptação dos alunos para que consigam se apropriar das disciplinas típicas da engenharia;
- Existência da graduação em tempo parcial, em especial no período noturno, onde se torna mais difícil a adequação dos conteúdos para quatro anos.

Assim, embora exista ampla concordância acerca da possibilidade de formar um bom engenheiro em menos de cinco anos, entende-se que a discussão sobre redução do tempo de duração do curso deve ser condicionada à implementação de mudanças no sistema educacional brasileiro, seja no que tange à entrada de alunos melhor preparados nos cursos de engenharia, seja no sentido colocar em prática as recomendações apresentadas nesse documento.

Em outras palavras, cumpridas algumas mudanças que primem pela qualidade da formação, torna-se mais factível trabalhar em favor da flexibilização do tempo de duração dos cursos ou para a adoção de modelos como o de Bolonha, pois as bases para uma educação em engenharia mais inovadora estarão mais asseguradas.

## b. Interdependência das ações

Para que a estrutura curricular dos cursos atenda às necessidades de formação de engenheiros com competências e habilidades que supram às necessidades do mercado existe a necessidade de que haja a devida integração de ações.

A proposta de definição de novas diretrizes curriculares acompanhadas por metodologias de ensino adequadas à nova realidade global deve ser respeitada e amparada por um processo de avaliação de curso que seja capaz de certificar a implementação de metodologias inovadoras dentro de uma estrutura curricular interdisciplinar.

Uma proposta de estrutura curricular completa-se de forma consistente se existir de maneira adequada a definição de terminologias de cursos que atendam as demandas da indústria nacional, colocando o engenheiro brasileiro alinhado com as tendências mundiais e ao mesmo tempo sinalizem de modo seguro aspectos relevantes para avaliação de cada uma das carreiras.

## c. Recomendação para a revisão da Estrutura Curricular

A proposta de diretrizes curriculares, inicialmente discutida por este Grupo, dá lugar a uma visão integrada onde a sinalização de competências e habilidades ressalte a área do conhecimento com que se deve estabelecer a formação, como listado na tabela VII.

TABELA VII - COMPETÊNCIAS E HABILIDADES GERAIS INTEGRADAS ÀS ÁREAS DE CONHECIMENTOS NA FORMAÇÃO DOS ENGENHEIROS	
ITEM	COMPETÊNCIAS E HABILIDADES
I	Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica
II	Aplicar conhecimentos matemáticos que envolvam cálculos com múltiplas variáveis, análises estatísticas e probabilísticas e pesquisa operacional para interpretação e resolução de desafios científicos e tecnológicos em engenharia
III	Aplicar métodos científicos para análise de fenômenos físicos dentro do contexto tecnológico das engenharias
IV	Aplicar métodos científicos para análise dos fenômenos químicos essenciais dentro do contexto tecnológico das ciências e tecnologias dos materiais aplicada a engenharia
V	Interpretar e construir algoritmos para estruturação de dados na resolução de problemas em engenharia
VI	Utilizar linguagens computacionais para implementação de programas voltados para o desenvolvimento tecnológico e resolução de problemas em engenharia
VII	Analisar e aplicar os conceitos de qualidade na engenharia
VIII	Projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados
XI	Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos
X	Identificar, formular e resolver problemas de engenharia
XI	Aplicar conceitos de administração, estratégia, organização e gestão de projetos para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia
XII	Aplicar conceitos de economia e gestão econômica para viabilizar as tarefas de engenharia
XIII	Desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas
XIV	Modelar, analisar e simular sistemas
XV	Supervisionar a operação e a manutenção de sistemas
XVI	Avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas
XVII	Aplicar conceitos de gestão de tecnologia e gestão de inovação no desenvolvimento de produtos, sistemas e serviços em engenharia

Continua

**TABELA VII - COMPETÊNCIAS E HABILIDADES GERAIS INTEGRADAS ÀS ÁREAS DE CONHECIMENTOS NA FORMAÇÃO DOS ENGENHEIROS**

ITEM	COMPETÊNCIAS E HABILIDADES
XVIII	Atuar em equipes multidisciplinares
XIX	Compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais
XX	Avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto humano, social e ambiental
XXI	Assumir a postura de permanente busca de atualização profissional, para aprendizagem ao longo da vida

Fonte: Elaboração própria.

A lista com competências e habilidades alinhadas com temas profissionalizantes e específicos deve ser apresentada na definição de cada uma das modalidades, levando-se em consideração que cada uma delas deverá ter uma avaliação específica.

A busca por práticas diferenciadas para apresentação de todos os assuntos de maneira interdisciplinar e com foco na construção de competências e habilidades pode ser reforçada por um processo avaliativo que conte com testes de conhecimentos aos alunos e avaliações in loco com viés certificador. A prática da certificação com análise in loco dos procedimentos e métodos educacionais já é uma proposta implantada em outros países e que pode se tornar uma ferramenta adequada para realidade brasileira, conforme será proposto mais adiante.

## **d. Recomendações relacionadas às Metodologias de Ensino**

As metodologias de ensino mais modernas se baseiam na vasta utilização de tecnologias da informação, atuando diretamente na vertente mobilidade, aliada ao desenvolvimento de competências comportamentais e à motivação dos estudantes a buscar por fontes diversas de conteúdo. Os professores deixam de ter um papel principal e central na geração e disseminação de conteúdo, para adotar um papel de tutor.

Uma das principais metodologias é o ensino baseado em projetos (ou Project Based Learning – PBL), que combina um processo ativo, o desenvolvimento de competências e habilidades, aprendizagem colaborativa e a interdisciplinaridade<sup>9</sup>.

Outro tema bastante relevante para o ensino das engenharias e que vem ganhando cada vez mais espaço nas discussões, bem como no empenho dos educadores para implementação prática nos cursos é o empreendedorismo. Essencial nos dias atuais e defendido como uma tendência para a sobrevivência dos profissionais no futuro, o empreendedorismo, seja ele com o intuito de ser dono do seu próprio negócio ou o chamado intraempreendedorismo, concorre para ser uma das principais competências de um profissional do futuro.

Por fim, cresce a tendência de adoção do ensino híbrido, que une o ensino presencial e à distância, com o apoio de tecnologias digitais. Modelos como sala de aula invertida (aluno estuda previamente o tema da aula a partir de ferramentas online), laboratório rotacional (revezamento de grupos de alunos em atividades em sala de aula e laboratórios) e rotação individual (aluno possui lista específica de atividades para serem executadas online a partir de suas necessidades) são exemplos de práticas que podem ser utilizadas nessa modalidade de ensino.

<sup>9</sup> Rodrigues, G. S. "Análise do uso da metodologia ativa PBL na educação profissional". Periódico Científico Outras Palavras, Volume 12, número 2, ano 2016, p. 24-34.

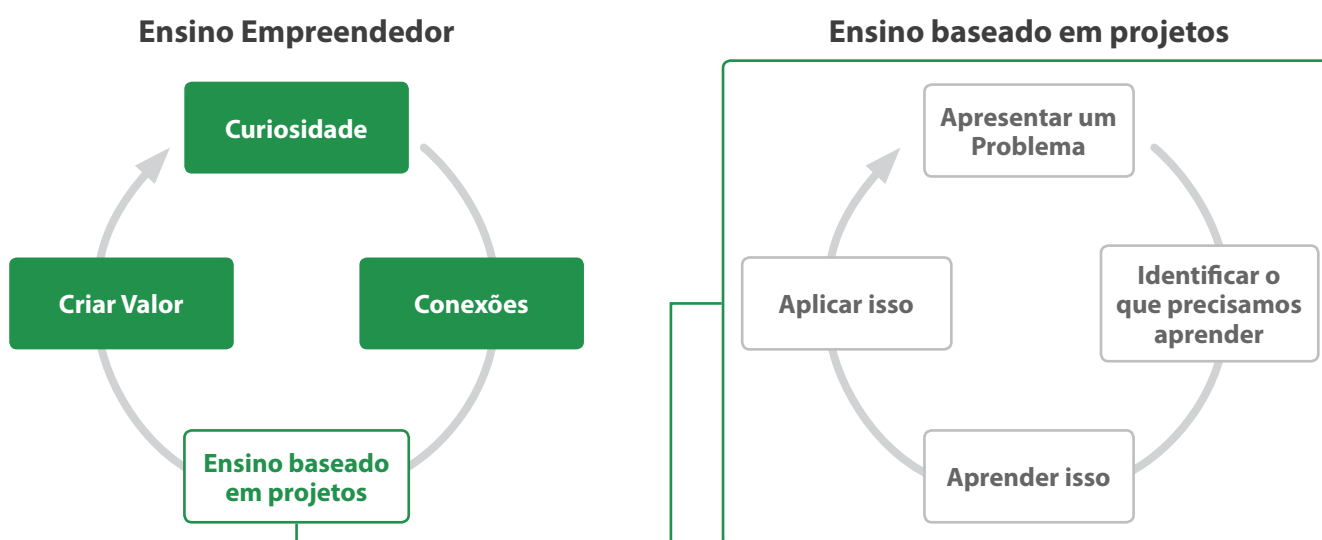
Com base nessas tendências, bem como o entendimento do que poderia ser proposto para a modernização dos cursos, entende-se que os seguintes encaminhamentos devem ser considerados:

- i. **Focar o desenvolvimento de competências comportamentais essenciais para o desenvolvimento dos profissionais do futuro**, tais como: empreendedorismo, criatividade, pensamento crítico, tomada de decisões em processos complexos, gestão de equipes, trabalho em equipe e pensamento sistêmico.

Os processos de ensino empreendedor e ensino baseado em projetos são totalmente adequados ao desenvolvimento dessas competências, por exigí-las para a solução do projeto/problema proposto. Cabe ressaltar a relevante participação do docente como tutor nesse processo.

Uma forma adequada de unir essas duas metodologias é combinar, de um lado, curiosidade e criação de valor, e de outro, a definição e problema, identificação dos temas necessários para sua solução e o ensino-aprendizagem do mesmo. A figura a seguir sintetiza a ideia:

**FIGURA 1 – COMBINAÇÃO DE ENSINO BASEADO EM PROJETOS E ENSINO EMPREENDEDOR**



Fonte: Elaboração própria.

Esse processo pode ser enriquecido se os projetos forem oriundos do mercado ou buscarem solução de problemas ou melhorias de processos reais. A aproximação entre empresas e universidades facilita essa integração.

- ii. **Adotar, de maneira gradativa, o modelo de ensino híbrido**, no intuito de promover a motivação por mais conhecimento, como também adequar o ritmo das aulas ao ritmo dos alunos, sugere-se, podendo ser empregado o e-learning puro para as disciplinas que não permitem o emprego pleno do modelo híbrido.

Nesse modelo, algumas premissas devem ser consideradas:

- O aluno no centro;
- O papel do docente como tutor e não como gerador/disseminador principal de conteúdo;
- Uso da tecnologia para que tempo e espaço não sejam mais componentes “engessadas”;

- Autonomia do aluno no que diz respeito a escolha por disciplinas optativas, definição de ritmo e busca por mais conteúdo/conhecimento.

A figura 2, a seguir, sintetiza essa ideia.

FIGURA 2 – PREMISSAS DO MODELO HÍBRIDO DE ENSINO



Fonte: <http://observatorioderedessociais.blogspot.com.br/2016/11/o-ensino-hibrido-como-novo-modelo.html>

- iii. Na busca por maior proximidade dos conteúdos teóricos, bem como facilitar o desenvolvimento prático do ensino baseado em projetos, deve-se **privilegiar a utilização de laboratórios de simulações práticas, laboratórios de simulações virtuais, cenários que remetam à realidade e laboratórios *maker*.**

Entendemos que esses são os principais recursos a serem empregados em todos os cursos de engenharia, sempre buscando a associação mais próxima possível dos ambientes escolares com os ambientes profissionais que esses estudantes irão se deparar ao finalizarem os seus cursos de engenharia.

Propõe-se como ambientes relacionados a essas práticas a implementação de laboratórios de informática com softwares adequados, implementação de softwares de simulação e de realidade virtual/aumentada, plantas piloto, fazendas/estufas modelo, plantas de eficiência energética/energias renováveis, mini usinas etc.

Tais aplicações são essenciais para o contato dos alunos com equipamentos e situações reais do vasto campo do trabalho, bem como servem para motivar ainda mais os alunos na busca por mais conhecimento, o que remete também ao item discutido anteriormente.

Em síntese, propõe-se:

- i. Em termos de revisão das diretrizes curriculares, que novas propostas priorizem a perspectiva dos cursos de engenharia como um processo (e não uma soma de conteúdos), enfatizem o desenvolvimento de competências e habilidades nos alunos e sejam capazes

- de comprometer as IES com o resultado das competências que pretendem desenvolver;
- ii. Em termos de metodologias pedagógicas, a necessidade de incentivo ao ensino baseado em projetos/desafios das empresas, à adoção do modelo híbrido, combinando atividades presenciais e à distância, e à utilização de laboratórios e tecnologias conectando o mundo real e virtual, a fim de explorar ao máximo desafios concretos/reais ao longo do processo de formação dos alunos.



## 2. AVALIAÇÃO DE CURSOS DE ENGENHARIA<sup>10</sup>

### a. Contexto

Preliminarmente, é importante destacar que os avanços no processo de avaliação dos cursos superiores no Brasil, desde as primeiras iniciativas com o Programa de Avaliação Institucional (PAIUB) e, posteriormente, com o chamado Provão, foram significativos. Atualmente contamos com um sistema avaliativo da educação superior nacional maduro, que tem proporcionado ao longo da última década a conscientização por parte das IES e programas sobre a importância do processo para o diagnóstico e planejamento de melhorias dos cursos e, conseqüentemente, da educação superior no Brasil em geral.

O desafio de avaliar a cada 5 anos cerca de 2.500 instituições e a cada 3 anos mais de 30.000 cursos é certamente enorme. Requer um sistema capaz de lidar com esses altos volumes, visando principalmente garantir níveis mínimos de qualidade num sistema que se expandiu muito nas duas últimas décadas, notadamente na área das engenharias. Entretanto, garantir níveis mínimos de qualidade é tarefa distinta de fomentar a melhoria contínua de qualidade, de fomentar a inovação nos cursos, de forma a atender às demandas cada vez mais sofisticadas do mercado de trabalho.

Vale ainda ressaltar que o momento enfrentado de grande complexidade e incertezas sociais e econômicas, e de grandes avanços tecnológicos, principalmente os significativos impactos das novas tecnologias digitais na produção e manufatura, constitui uma grande oportunidade para se repensar os rumos da formação de engenheiros em nosso País e da própria avaliação dos cursos, como elemento estratégico para a garantia dos resultados esperados.

O ensino de engenharia vigente na maior parte do século XX foi voltado a criar um engenheiro especialista de base científica, com uma forte ênfase nos currículos das disciplinas de física e matemática, até certo ponto pouco associadas às disciplinas da ciência da engenharia e, portanto, mais profissionais. O final da década de 90 e o início do século XXI têm sido marcados por novas tendências, seja em função da busca da conexão entre a pesquisa básica e o desenvolvimento, entre a inovação e a invenção, e a oportunidade de “engenheirar” produtos no Brasil, seja pela noção de que o mercado valoriza o engenheiro mais pelas suas competências gerenciais e de resolução de problemas do que de seu conhecimento técnico especializado.

A tendência de que as novas diretrizes curriculares enfatizem competências ao invés de conteúdos, conforme defendido na seção anterior, também traz novos desafios para a avaliação. Desse ponto de vista, entende-se que:

---

<sup>10</sup> Seção elaborada por Irineu Giansi (Insper) e Fábio Prado (FEI).



- i. Por um lado, a avaliação não se fará pela mera análise das ementas de componentes curriculares, mas pela compreensão de como as experiências de aprendizagem, associadas aos conteúdos, procuram desenvolver tais competências.
- ii. Por outro, o Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE), como instrumento de avaliação, apresenta sérias limitações na avaliação de competências, tanto aquelas associadas aos conteúdos, por limitar-se a avaliar os níveis cognitivos mais baixos (conhecer, compreender, aplicar), mas ainda mais no caso de competências como comunicação, trabalho em equipe e autonomia intelectual (aprender a aprender).
- iii. Adicionalmente, a ênfase em competências requer também a avaliação da atuação dos egressos, quando as competências desejadas se transformam em comportamentos observáveis.

Em que pese a grande contribuição para a avaliação da qualidade do ensino superior, fundamental em função da grande expansão da oferta de cursos nas últimas décadas, o sistema atual não favorece a inovação. A preocupação com o desempenho dos alunos no ENADE, de matriz conteudista (incapaz de avaliar as competências mencionadas anteriormente) e elaborada por docentes das mesmas instituições que apresentam resistência à mudança, limita o ímpeto inovador das instituições. Os mecanismos para as duas frentes, estimular a inovação responsável, por um lado, e garantir a qualidade mínima da oferta, por outro, são bastante distintos e o atual sistema de avaliação não tem favorecido o avanço no campo da inovação. É necessário um estímulo específico, que vá além inclusive do aporte de recursos para este fim, como fizeram programas governamentais no passado. Um estímulo que faça a balança pesar para a inovação e o pioneirismo, principalmente em instituições de excelência onde a qualidade mínima está naturalmente garantida, será fundamental para a transformação.

Outro aspecto que merece reflexão é a constatação de que há ofertas de cursos de naturezas bastante distintas, ainda sem entrar na consideração da qualidade dos próprios cursos. Há cursos que requerem dedicação integral do aluno (ao menos durante boa parte do curso), há cursos que requerem dedicação parcial diurna (permitindo que os alunos realizem estágios desde os primeiros anos), há cursos de dedicação parcial noturnos (frequentados na maioria por alunos que já realizam atividades profissionais), há cursos híbridos e há cursos oferecidos à distância. Em todas estas modalidades de oferta há cursos de alta e baixa qualidade e este não é o ponto central desta reflexão. O ponto central é que modalidades distintas não produzem os mesmos engenheiros. Possivelmente possam ser comparados em termos de requisitos técnicos, mas dificilmente em termos de muitas das competências requeridas pelo mercado. O Brasil é carente de engenheiros e certamente é carente de todos os tipos produzidos, desde que por cursos de boa qualidade. Entretanto, as diferentes naturezas de oferta trazem uma preocupação adicional para o sistema de avaliação: podem e devem ser avaliadas pelo mesmo sistema se o objetivo pretendido for ir além da garantia de níveis mínimos de qualidade?

## **b. Recomendações para a melhoria dos processos de Avaliação de Cursos**

### **i. Segmentação do processo de avaliação**

Uma conclusão dessas reflexões é que o estímulo à inovação nos cursos de engenharia requer uma segmentação dos cursos e consequente adoção de processos de avaliação diferenciados.

## • Sistema de garantia de qualidade mínima

O sistema de avaliação atual cumpre a função de avaliar se as instituições estão oferecendo cursos com níveis mínimos de qualidade. De fato, somente um sistema de avaliação padronizado pode dar conta do alto volume de oferta de cursos. Tanto o ENADE como os atuais formatos dos instrumentos de avaliação in loco, constituem-se em instrumentos padronizados, que se prestam a avaliar se níveis mínimos de qualidade são exigidos. Entretanto, falham em dois aspectos fundamentais:

- Qualificar cursos que estejam de fato buscando desenvolver competências nos egressos, sejam competências cognitivas de nível mais alto, associadas aos conteúdos, sejam competências sócio emocionais.
- Incentivar a inovação e o aprimoramento contínuo nos processos de formação dos egressos.

Assim, se o sistema atual cumpre uma função fundamental, um sistema complementar é necessário para atender às novas exigências do mercado.

## • Sistema de acreditação

Uma saída para compatibilizar inovação e avaliação poderia estar baseada nos sistemas de acreditação internacionais. Exemplos inspiradores podem vir dos processos de acreditação de escolas de negócio – como a Association to Advance Collegiate Schools of Business (AACSB)<sup>11</sup> ou o EQUIS Accreditation Board<sup>12</sup> – ou ainda de acreditação escolas de Engenharia, como a Accreditation Board for Engineering and Technology, Inc. (ABET)<sup>13</sup>.

Ao nível da instituição, esses processos são guiados pela missão, ou seja, se a missão da instituição expressa geração de conhecimento como algo fundamental, espera-se que a produção de pesquisa seja bastante relevante. Se a missão dá mais ênfase para a formação de pessoas, espera-se que o corpo docente tenha um perfil mais alinhado às necessidades do processo de ensino-aprendizagem, seja em termos de capacitação pedagógica, seja em termos de experiência profissional relevante. Ao nível dos programas, esses processos são guiados pelos objetivos de aprendizagem definidos pela própria instituição. Avalia-se em que medida a instituição levou em consideração as contribuições dos diversos stakeholders na definição dos objetivos e, a partir daí, em que medida a instituição está realizando o processo de gestão da aprendizagem, ou seja, realizando a avaliação do aprendizado dos alunos, com medidas diretas e indiretas, analisando os resultados e fechando o ciclo com a implementação de ações de melhoria. Avalia-se também em que medida este processo está suportado pelo corpo docente dos programas.

Enfim, são processos que não privilegiam a padronização ou a garantia de um nível mínimo de qualidade, mas a coerência e o alinhamento internos em relação à missão, ao Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI), e aos objetivos de aprendizagem definidos em seus Projetos Pedagógicos de Cursos (PPC). Certamente é um processo mais custoso para as instituições, mas lhes permite maior flexibilidade e incentivo para implementar inovações.

11 <http://www.aacsb.edu> Acesso em: 12/11/2017.

12 <http://www.efmd.org/accreditation-main/equis> Acesso em: 12/11/2017.

13 <http://www.abet.org/> Acesso em: 12/11/2017.

Algumas características importantes do processo de acreditação são:

- Adesão voluntária – Custo mais alto, avaliação mais profunda e detalhada, compromisso com inovação e aprimoramento contínuo;
- Padrões de qualidade elaborados pelas próprias instituições – Padrões serão elaborados por um conjunto de instituições de notória qualidade, que se comprometam com a inovação e o aprimoramento contínuo;
- Autoavaliação – Base do processo deve ser a autoavaliação criteriosa, para que haja comprometimento com o aprimoramento;
- Engajamento do corpo docente – O corpo docente deve se mostrar engajado no processo de autoavaliação, pois o esforço de aprimoramento só se faz com o comprometimento do corpo docente no processo;
- Processo de avaliação por pares – A avaliação com a profundidade requerida deve ser feita por avaliadores com notória experiência de direção educacional (sempre que possível de instituições acreditadas), devidamente treinados, preferencialmente com caráter voluntário, sem remuneração, com despesas pagas pela instituição candidata, segundo política pré-estabelecida;
- Objetivos dos cursos estabelecidos pelas próprias instituições – As diferenças entre as instituições e seus cursos devem estar expressas pelos seus respectivos objetivos de aprendizagem, os quais guiarão a avaliação dos cursos;
- Ênfase no processo de gestão da aprendizagem – as instituições devem estar comprometidas com o processo de gestão da aprendizagem, incluindo avaliação, diagnóstico e planos de ação, sendo capazes de demonstrar ações de contínuo aprimoramento dos cursos, a partir de evidências extraídas de processos internos de avaliação válida do aprendizado dos alunos;
- Incentivo à inovação e ao aprimoramento contínuo – Independentemente de a avaliação recomendar a acreditação, um conjunto de ações de aprimoramento/inovação deve ser especificado para que seja avaliado no próximo ciclo.

## ii. Avaliação dos egressos

O foco no desenvolvimento de competências sugere que haja uma avaliação dos egressos já no mercado de trabalho. Esta avaliação, por representar novidade, deve ter inicialmente o caráter de insumo para diagnóstico e aprimoramento, não para estabelecer níveis mínimos de qualidade, ou mesmo classificar as instituições pela qualidade de seus egressos. Na verdade, o foco deve ser a identificação do que a instituição está fazendo para aprimorar a qualidade de seus egressos e sua atuação no mercado de trabalho. Um exemplo deste tipo de avaliação é o Gallup-Purdue Index, *survey* realizado com mais de 30 mil graduados em escolas norte-americanas<sup>14</sup>.

## iii. Aprimoramento do sistema de avaliação atual

Em que pese a viabilização de um sistema de acreditação no país ser destacado como um ponto central no debate sobre avaliação de cursos, resgatamos abaixo algumas considerações de diferentes fóruns de educação superior, como as reuniões focais do Conselho de Reitores das Universidades Brasileiras – CRUB, sobre algumas melhorias que poderiam ser buscadas no sistema atual, incluídas as ponderações feitas por este GT:

<sup>14</sup> [http://www.gallup.com/file/services/176768/GallupPurdueIndex\\_Report\\_2014.pdf](http://www.gallup.com/file/services/176768/GallupPurdueIndex_Report_2014.pdf) Acesso em: 12/11/2017.

- O ENADE tem sido um tópico bastante sensível, por ter pontos de divergência quanto ao uso de seu resultado. Com um percentual significativo no CPC, tem sido alvo de críticas e debates. Entende-se que o ENADE é um dos elementos na aferição da qualidade da Educação Superior e que, como tal, poderia ser utilizado como parte dos procedimentos didático-pedagógicos dentro da própria IES.
- Caso exista uma única avaliação (como o ENADE) aplicada aos estudantes de engenharia, as notas e os resultados devem ser processados e as análises comparativas devem ser feitas por pares, sem que haja em nenhuma hipótese a mescla de diferentes modalidades para comparação de diferentes carreiras.
- Propõe-se uma valorização e melhor utilização dos resultados obtidos pelos estudantes, com seu emprego em concursos públicos e em outros processos seletivos profissionais, por exemplo, como forma de diminuir a vulnerabilidade do Exame.
- Propõe-se um maior monitoramento do resultado do ENADE, para que não seja utilizado somente como um elemento de regulação e tampouco como indicador determinante para a mensuração da qualidade da IES.
- Sugere-se que o resultado do ENADE seja antecipado para, por exemplo, 90 dias após a realização do exame.
- Entende-se que o uso dos indicadores deverá ser descaracterizado como somente ferramenta de regulação, da forma que se aplica atualmente.
- Sugere-se que haja uma flexibilização dos indicadores e do próprio instrumento de avaliação, com vistas à manutenção da autonomia universitária, ademais de se considerar as diferenças regionais e diversidade de tamanhos e naturezas jurídicas das IES, bem como vocação da região onde a IES está inserida, e alinhamento aos arranjos produtivos locais.
- Recomenda-se especial atenção na utilização do Conceito Preliminar de Curso (CPC) como elemento para cálculo do Índice Geral de Cursos (IGC). Como o próprio nome já diz, o CPC deveria ser um conceito preliminar a outro que seria definitivo e este sim, um conceito a ser computado no IGC assim que atribuído. Desse modo, a transparência e a estabilidade na condução do processo avaliativo certamente trariam excelentes resultados para todos: para as IES, como um elo para o desenvolvimento do seu PDI e PPC, e para revisão de sua missão, valores, metas e estratégias; para os estudantes, fornecendo orientação e valorização do diploma, delineando o perfil do egresso; para o governo, ao auxiliar no desenvolvimento de políticas públicas; para a indústria, que deverá absorver profissionais com competências e habilidades qualificadas e adequadas aos novos desafios; e, por fim, para a sociedade em geral, como um referencial de qualidade para Educação Superior.
- Finalmente, questiona-se o papel do Indicador de Diferença entre os Desempenhos Observado e Esperado (IDD) como índice agregador e propõe-se uma reflexão mais aprofundada se sua eficiência, e possível substituição deste por indicador mais direto e objetivo.

Em síntese, propõe-se três medidas principais para aprimoramento e alinhamento do sistema de avaliação de cursos e instituições às novas necessidades:

- i. Segmentação do sistema de avaliação, tendo como alvo a criação de um sistema complementar de acreditação de cursos no país;
- ii. Avaliação dos egressos;
- iii. Aprimoramento de instrumentos já em uso no sistema de avaliação.

# 3. CONTRATAÇÃO, CAPACITAÇÃO E AVALIAÇÃO/ PROMOÇÃO DOCENTE <sup>15</sup>

## a. Contexto

No Brasil, as iniciativas de formação docente para professores de engenharia ainda são limitadas. Os programas de pós-graduação dão maior ênfase para a formação dos pesquisadores em sua área foco de pesquisa. Em alguns casos, pós-graduandos têm oportunidade de realizar disciplinas específicas relacionados com a formação para a docência. Como exemplo, pode-se citar a disciplina Metodologia Educacional para o Ensino de Engenharia da EESC-USP (Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo)<sup>16</sup>. Além disso, algumas instituições incentivam a formação docente durante a pós-graduação por meio de programas direcionados. É o caso do Programa de Aperfeiçoamento do Ensino (PAE) da USP<sup>17</sup>. Nesse programa, alunos de pós-graduação passam por uma etapa de preparação pedagógica para, em seguida, realizar um estágio supervisionado em ensino. A atividade é opcional para alunos de pós-graduação.

Em termos de contratação de professores, é comum que processos de seleção contemplem uma prova didática, em que o candidato ministra uma aula. No entanto, essa sistemática não garante que o candidato tenha de fato formação específica para ministrar uma disciplina completa. A experiência em docência também costuma ser valorizada em processos de contratação, mas é muitas vezes um critério mais difícil de ser avaliado em comparação com os resultados de produção de pesquisa dos candidatos. Mais complicado ainda é levar em conta a experiência do candidato com a prática de engenharia, seja através de seu trabalho como engenheiro ou consultor, ou seu envolvimento em projetos de desenvolvimento tecnológico com empresas.

Como consequência de iniciativas esparsas e não obrigatórias de formação, bem como da forma como se dá a seleção de professores, é possível que um professor seja contratado sem ter qualquer tipo de formação específica para a docência. Resta ao profissional reproduzir modelos que ele conhece ou buscar por iniciativa própria o aperfeiçoamento didático necessário.

A questão que se coloca é como aprimorar a formação docente considerando as demandas atuais para o ensino de engenharia. Mais especificamente, este documento visa discutir mecanismos e alternativas para alinhar a formação docente com os demais temas sendo debatidos por este GT. Entendem-se também que o processo de capacitação dos docentes se insere num ciclo mais amplo da vida profissional de um professor passando também por sua contratação e avaliação/promoção.

<sup>15</sup> Seção elaborada por Eduardo Zancul (Poli) e Paulo Lourenção (Embraer).

<sup>16</sup> Disciplina oferecida durante muitos anos pelo professor Marcius Fantozzi Giorgetti.

<sup>17</sup> Mais informações em <http://www.prg.usp.br/index.php/pt-br/pae/o-que-pae> Acesso em: 06/11/2017.

Em termos metodológicos, buscamos consultar iniciativas e documentos anteriores<sup>18</sup>, levantar informações com professores com experiência na área e buscar experiências relevantes no âmbito nacional e internacional.

## **b. Experiências internacionais**

Internacionalmente, uma iniciativa que vem ganhando destaque e adesão é o CDIO (*Conceiving — Designing — Implementing — Operating*)<sup>19</sup>. O CDIO oferece uma série de modelos e padrões para o aprimoramento da prática do ensino de engenharia. Dentre esses padrões, o *STANDARD 9: Enhancement of Faculty Competence* e o *STANDARD 10: Enhancement of Faculty Teaching Competence* dizem respeito, respectivamente, ao aprimoramento de docentes em sua área de atuação e de aprimoramento em ensino. Nesses dois padrões, o CDIO indica uma série de medidas que podem ser tomadas para o aprimoramento docente, conforme listado abaixo.

### CDIO Standard 9

*“CDIO programs provide support for the collective engineering faculty to improve its competence in the personal and interpersonal skills, and product, process, and system building skills”. “These skills are developed best in contexts of professional engineering practice.”*

*“Examples of actions that enhance faculty competence include: professional leave to work in industry, partnerships with industry colleagues in research and education projects, inclusion of engineering practice as a criterion for hiring and promotion, and appropriate professional development experiences at the university.”*

### CDIO Standard 10

*“A CDIO program provides support for faculty to improve their competence in integrated learning experiences”, “active and experiential learning”, “and assessing student learning”.*

*“Examples of actions that enhance faculty competence include: support for faculty participation in university and external faculty development programs, forums for sharing ideas and best practices, and emphasis in performance reviews and hiring on effective teaching methods.”*

## **c. Experiências no Brasil**

Considerando os exemplos de ação propostos no âmbito do CDIO, nesta seção apresentamos uma avaliação da situação no Brasil e indicamos alguns casos específicos que podem servir de referência.

O Quadro 1 a seguir apresenta iniciativas sugeridas pelo CDIO na primeira coluna e a respectiva avaliação no Brasil. A avaliação apresentada é baseada em exemplos e no conhecimento dos autores, bem como na síntese do levantamento de dados.

<sup>18</sup> MEI. Fortalecimento das Engenharias. Brasília: CNI, 2015; IEL, CNI. Inova Engenharia, Brasília: CNI, 2006); CNI, SESI, SENAI, IEL, CONFEA. Mercado de trabalho para o Engenheiro e Tecnólogo no Brasil. Sumário analítico, 2007.

<sup>19</sup> <http://www.cdio.org/implementing-cdio/standards/12-cdio-standards> Acesso em: 06/11/2016.

## QUADRO 1

Iniciativas sugeridas pelo CDIO	Avaliação da situação atual no Brasil e exemplos de referência no Brasil
<i>Professional leave to work in industry</i> – licença profissional para trabalhar na indústria (em geral por tempo definido/limitado)	Prática pouco comum no Brasil. Observada em alguns casos recentes, como, por exemplo, na área de aprendizado de máquina, com alta demanda técnica qualificada, em que empresas estão recrutando professores
<i>Partnerships with industry colleagues in research and education projects</i> – parcerias com pessoas da indústria em projetos de pesquisa e ensino	Mais comum no Brasil. Existem diversos casos que podem ser relatados, como por exemplo o Centro de Engenharia de Conforto, resultante da parceria entre Embraer e a POLI-USP <sup>20</sup> , e o Centro de Competência em Manufatura (CCM) do ITA
<i>Inclusion of engineering practice as a criterion for hiring and promotion</i> – inclusão de prática em engenharia como critério de contratação e de promoção	Em geral, os processos de contratação no país enfatizam os resultados acadêmicos do currículo do candidato. Essa ênfase é decorrente dos processos de contratação de professores pesquisadores em universidades de pesquisa. Considerando os centros focados majoritariamente em ensino, os critérios podem ser revistos
<i>Appropriate professional development experiences at the university</i> – experiências apropriadas de desenvolvimento profissional na universidade	Mais comum também no Brasil, uma vez que docentes podem ocupar cargos técnicos e de gestão na universidades, como, por exemplo, na gestão de resíduos sólidos e sustentabilidade ambiental
<i>Support for faculty participation in university and external faculty development programs</i> – apoio para a participação de docentes em programas internos e externos de desenvolvimento profissional (com foco em ensino)	Pouco praticado no Brasil por falta de recursos e falta de oferta específica na área, bem como falta de valorização da formação didática
<i>Forums for sharing ideas and best practices</i> – fóruns para compartilhar ideias e melhores práticas (com foco em ensino)	Existe no Brasil um grande fórum nacional bem estabelecido, que é o Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge). No entanto, os fóruns locais são menos comuns. Poucas instituições estabelecem fóruns internos para a discussão do ensino de engenharia
<i>Emphasis in performance reviews and hiring on effective teaching methods</i> – ênfase em métodos efetivos de ensino na avaliação de desempenho e na contratação	A avaliação de desempenho no Brasil prioriza os resultados de pesquisa e pouco leva em consideração os resultados de ensino

Elaboração própria

20 Mais informações em <http://revistapesquisa.fapesp.br/2012/04/10/bem-estar-no-ar/> Acesso em: 06/11/2017.

## **d. Recomendações para a melhoria dos processos de Contratação, Capacitação e Avaliação/Promoção Docente**

A fim de discutir possíveis encaminhamentos, selecionamos dentre as iniciativas sugeridas pelo CDIO aquelas que ainda não estão plenamente desenvolvidas no Brasil e que teriam maior aderência no nosso país. Dentre as sete iniciativas listadas no Quadro 1 (como informado anteriormente, originárias dos Standard 9 e Standard 10 do CDIO), priorizamos quatro, conforme justificativa a seguir:

- i. Inclusão de prática em engenharia como critério de contratação e de promoção** – iniciativa que pode ser considerada, especialmente em instituições de ensino sem foco em pesquisa. Em universidades de pesquisa, assim como ocorre nas principais instituições de ponta fora do país, os resultados de pesquisa costumam ser bastante valorizados. Deve-se considerar que em engenharia, a pesquisa é muitas vezes aplicada, o que indica que o pesquisador precisa ter muito conhecimento da prática. No entanto, em universidades de ensino, a prática de engenharia pode ser um diferencial na atuação docente para o propósito específico que se coloca.
- ii. Apoio para a participação de docentes em programas internos e externos de desenvolvimento profissional (com foco em ensino)** – iniciativa que pode ser viabilizada, mas que depende do aumento de cursos e de programas de aperfeiçoamento em ensino de engenharia disponíveis no Brasil, pois a oferta ainda é limitada.
- iii. Fóruns para compartilhar ideias e melhores práticas (com foco em ensino)** – exemplo de iniciativa que pode ser implantada com poucos recursos. O mais complexo é atrair participação de docentes e manter um fluxo constante de atividades.
- iv. Ênfase em métodos efetivos de ensino na avaliação de desempenho e na contratação** – uma vez que o professor atua em ensino e essa é uma atribuição-chave dentre as suas atividades, o desempenho do docente nas atividades de ensino e aprendizado deveria também ser considerado na sua avaliação de desempenho, para o ensino de engenharia seja mais priorizado por ele.

Em síntese, considerando o ciclo de contratação, capacitação e avaliação/promoção de docentes, seguem algumas recomendações visando o aperfeiçoamento do ensino de engenharia:

- 1. Contratação** de docentes considerando tanto experiência acadêmica (publicações, atividades de pesquisa etc.) como experiência prática de engenharia (participação em projetos de natureza tecnológica, consultoria, patentes etc.).
- 2. Capacitação** de docentes por meio de cursos, workshops, estágios, comunidades de prática, dentre outros meios, com especial atenção à capacitação para o ensino de engenharia com participação ativa dos estudantes (projetos, desafios, competições etc.).
- 3. Critérios de avaliação e promoção** que levem em conta, segundo a vocação de cada escola de engenharia: a) pesquisa e publicações; b) competência de administrar efetivamente processos de ensino e aprendizagem de engenharia; e c) atividades de engenharia e de cooperação com setor produtivo (projetos de desenvolvimento tecnológico, consultoria de engenharia etc.). Pode-se imaginar também a premiação e reconhecimento dos melhores docentes nas rubricas b) e c).





**IEL – Núcleo Central**

*Paulo Afonso Ferreira*  
Diretor-Geral

**SUPERINTENDÊNCIA DO IEL**

*Gianna Cardoso Sagazio*  
Superintendente

**Diretoria de Inovação - DI**

*Gianna Cardoso Sagazio*  
Diretora de Inovação

**Gerência de Inovação**

*Suely Lima Pereira*  
Gerente de Inovação  
Coordenação Geral

*Zil Miranda*

Coordenação Técnica

*Afonso de Carvalho Costa Lopes*  
*Cândida Beatriz de Paula Oliveira*  
*Débora Mendes Carvalho*  
*Patrícia Marinho Costa*  
*Rafael Monaco*  
Equipe Técnica

**DIRETORIA DE COMUNICAÇÃO – DIRCOM**

*Carlos Alberto Barreiros*  
Diretor de Comunicação

**Gerência Executiva de Publicidade e Propaganda – GEXPP**

*Carla Gonçalves*  
Gerente-Executiva de Publicidade e Propaganda

**DIRETORIA DE SERVIÇOS CORPORATIVOS – DSC**

*Fernando Augusto Trivellato*  
Diretor de Serviços Corporativos

**Área de Administração, Documentação e Informação – ADINF**

*Maurício Vasconcelos de Carvalho*  
Gerente-Executivo de Administração, Documentação e Informação

---

*Primata Criativo*

Projeto Gráfico e Diagramação





**mei**

MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL  
PELA INOVAÇÃO



Confederação Nacional da Indústria

**CNI. A FORÇA DO BRASIL INDÚSTRIA**