

2018

PROPOSTAS DA INDÚSTRIA

PARA AS ELEIÇÕES

ENSINO DE ENGENHARIA: FORTALECIMENTO E MODERNIZAÇÃO

EDUCAÇÃO

07



Confederação Nacional da Indústria

CNI. A FORÇA DO BRASIL INDÚSTRIA

**ENSINO DE ENGENHARIA:
FORTALECIMENTO E
MODERNIZAÇÃO**

EDUCAÇÃO



CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Robson Braga de Andrade
Presidente

Paulo Antonio Skaf (Licenciado a partir de 6/6/2018)
1º Vice-presidente

Antônio Carlos da Silva
2º Vice-presidente

Paulo Afonso Ferreira
3º Vice-presidente

Paulo Gilberto Fernandes Tigre
Flavio José Cavalcanti de Azevedo
Glauco José Côrte
Eduardo Eugenio Gouvêa Vieira
Edson Luiz Campagnolo (Licenciado de 6/6 a 28/10/2018)
Jorge Parente Frota Júnior
Eduardo Prado de Oliveira
Jandir José Milan
José Conrado Azevedo Santos
Antonio José de Moraes Souza Filho
Marcos Guerra (Licenciado de 7/6 a 7/10/2018)
Olavo Machado Júnior
Vice-presidentes

Francisco de Assis Benevides Gadelha
1º Diretor financeiro

José Carlos Lyra de Andrade
2º Diretor financeiro

Alexandre Herculano Coelho de Souza Furlan
3º Diretor financeiro

Jorge Wicks Côrte Real (Licenciado de 4/4/2018 a 12/10/2018)
1º Diretor secretário
Sérgio Marcolino Longen
2º Diretor secretário

Antonio Rocha da Silva
3º Diretor secretário

Heitor José Müller
Carlos Mariani Bittencourt
Amaro Sales de Araújo
Pedro Alves de Oliveira
Edilson Baldez das Neves
Roberto Proença de Macêdo
Roberto Magno Martins Pires
Rivaldo Fernandes Neves
Denis Roberto Baú
Carlos Takashi Sasai
João Francisco Salomão
Julio Augusto Miranda Filho
Roberto Cavalcanti Ribeiro
Ricardo Essinger
Diretores

CONSELHO FISCAL

João Oliveira de Albuquerque (Licenciado de 7/6 a 7/10/2018)
José da Silva Nogueira Filho
Francisco de Sales Alencar
Titulares

Célio Batista Alves
José Francisco Veloso Ribeiro
Clerlânio Fernandes de Holanda
Suplentes

**ENSINO DE ENGENHARIA:
FORTALECIMENTO E
MODERNIZAÇÃO**

EDUCAÇÃO

07

2018
PROPOSTAS DA INDÚSTRIA
PARA AS ELEIÇÕES

CNI
Confederação Nacional da Indústria
CNI. A FORÇA DO BRASIL INDÚSTRIA

© 2018. CNI – Confederação Nacional da Indústria.

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

CNI

Superintendência do IEL

FICHA CATALOGRÁFICA

C748f

Confederação Nacional da Indústria.

Ensino de engenharia : fortalecimento e modernização / Confederação Nacional da Indústria. – Brasília : CNI, 2018.

32 p. : il. – (Propostas da indústria eleições 2018 ; v. 7)

ISBN 978-85-7957-197-8

1. Ensino de Engenharia. 2. Capacitação de Docentes 3. Modernização Curricular. I. Título.

CDU: 378+62

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.com.br



2018
PROPOSTAS DA INDÚSTRIA
PARA AS ELEIÇÕES

SUMÁRIO

RESUMO EXECUTIVO	11
1 NOVAS TENDÊNCIAS NO ENSINO DE ENGENHARIA	13
2 O CONTEXTO BRASILEIRO.....	15
3 PROPOSTAS PARA O APERFEIÇOAMENTO DO ENSINO DE ENGENHARIA	19
3.1 Modernização dos currículos	20
3.2 Avaliação de cursos	23
3.3 Formação e capacitação de docentes.....	24
3.4 Recomendações	26
REFERÊNCIAS.....	29
LISTA DAS PROPOSTAS DA INDÚSTRIA PARA AS ELEIÇÕES 2018.....	31



APRESENTAÇÃO

O Brasil levará mais de meio século para alcançar o produto *per capita* de países desenvolvidos, mantida a taxa média de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) nacional registrada nos últimos 10 anos, que foi de apenas 1,6%.

O desafio para o país será de, pelo menos, dobrar a taxa de crescimento do PIB nos próximos anos. Para tanto, não se poderá repetir erros de política que reduzam o potencial de expansão – o que inclui ter uma agenda coerente de reformas econômicas e institucionais.

Mudanças de governo são ocasiões especiais para uma reflexão sobre os objetivos e as estratégias nacionais. São, também, oportunidades para o país sair da zona de conforto e aumentar sua ambição de desenvolvimento.

As eleições de 2018 têm uma característica singular, que reforça o sentido dessa ambição. O fim do mandato do próximo presidente e dos parlamentares vai coincidir com o 200º aniversário da independência do Brasil.

É preciso aproveitar esse marco para estimular ações que eliminem os principais obstáculos ao crescimento no país e contribuam para construir uma indústria competitiva, inovadora, global e sustentável.

O *Mapa Estratégico da Indústria 2018-2022*, lançado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) no início do ano, apresenta uma agenda para aumentar a competitividade da indústria e do Brasil, e para elevar o bem-estar da população ao nível dos países desenvolvidos.

Com base nas prioridades identificadas no Mapa, a CNI oferece 43 estudos, relacionados aos fatores-chave da competitividade. Os documentos analisam os entraves e apresentam soluções para os principais problemas nacionais.

A educação é essencial para a elevação da produtividade do trabalho e, conseqüentemente, da competitividade. No Brasil, a qualidade insatisfatória do ensino é uma das principais barreiras ao desenvolvimento econômico e social.

O país forma menos engenheiros do que precisa. Além de aumentar o número desses profissionais, é necessário aperfeiçoar os currículos para que os novos graduados tenham uma visão multidisciplinar e uma formação propícia à inovação.

Este documento apresenta propostas para o aperfeiçoamento dos cursos de engenharia. O sucesso nesse desafio resultará, sem dúvida, em maior capacidade de inovação, produtividade e crescimento do país.

Robson Braga de Andrade

Presidente da CNI

RESUMO EXECUTIVO

O Brasil tem o desafio de melhorar a qualidade e reduzir a evasão dos seus cursos de engenharia. Os profissionais de engenharia têm papel fundamental no desenvolvimento tecnológico. A sua atuação tem reflexos na melhoria de produtos e processos, na otimização da gestão da produção, nos esforços de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) das empresas e no desenvolvimento de empreendedores.

O Brasil forma menos engenheiro por habitante que os seus competidores, a despeito de estar formando mais engenheiros que no passado recente. Em resposta às pressões do mercado de engenheiros na fase anterior à crise, ocorreu um crescimento expressivo de oferta de vagas em universidades públicas e privadas.

Apesar desses resultados, **as taxas de evasão oscilam em patamares próximos a 50%.** Estima-se que, para cada 1.000 candidatos nos processos de seleção em engenharia, 175 ingressem e apenas 95 concluem. As avaliações dos cursos superiores realizadas pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) são sugestivas das fragilidades do ensino em engenharia: dos 1.538 cursos avaliados em 2014, cerca de 60% atingiram apenas a nota mínima satisfatória e 15% ficaram abaixo desse valor.

Mesmo nas escolas de excelência, há espaço para melhorias. É importante dar aos alunos a oportunidade de uma formação com visão mais multidisciplinar, sistêmica, empreendedora e em sintonia com as necessidades da economia e da sociedade.

As recomendações para vencer esses desafios se concentram em três eixos temáticos: modernização dos currículos, revisão dos processos de avaliação dos cursos de engenharia e formação e capacitação docente.

Recomendações

Modernização dos currículos

1. **Reforçar a base técnica e estimular a formação mais inovadora em engenharia,** mediante a adoção de currículos com foco em formulação e resolução de problemas, planejamento, gestão, empreendedorismo, trabalho em equipe, capacidade de tomar decisões em ambientes de incerteza, pensamento crítico e sistêmico.

2. **Ampliar a integração entre os cursos de engenharias e o setor produtivo.**
3. **Apoiar a criação e utilização de laboratórios de ensino de melhores práticas**, de projetos pilotos para a renovação do ensino de engenharia e de conhecimento de experiências internacionais exitosas.
4. **Estimular a adoção do modelo de ensino híbrido**, combinando o uso da tecnologia digital a interações presenciais.

Avaliação dos cursos e instituições

5. **Apoiar a realização de competições**, como olimpíadas, em que os alunos sejam levados a trabalhar em equipe, de forma interdisciplinar, na solução de desafios da engenharia.
6. **Aprimorar a avaliação dos programas** de ensino de engenharia.

Contratação, capacitação, avaliação e promoção de docentes

7. **Definir mecanismos de avaliação da atuação dos engenheiros egressos.**
8. **Apoiar a disseminação do mestrado profissional nas engenharias** e direcionar os mestrados acadêmicos aos engenheiros que pretendam fazer carreira nessa área.
9. **Capacitar docentes**, com especial atenção ao treinamento **em metodologias de ensino de engenharia** que envolvam a participação ativa dos estudantes (projetos, desafios, competições e outras).
10. **Aprimorar o processo de progressão na carreira**, de modo a incluir experiências práticas em engenharia como critério de avaliação e promoção de professores.
11. **Estruturar programas de premiação docente** que estimulem uma atuação condizente com os atuais requisitos da formação de engenheiros, conferindo especial atenção ao reconhecimento de esforços de cooperação e parceria entre a academia e o setor produtivo.
12. **Estimular os professores das universidades a atuar nas empresas.**

1 NOVAS TENDÊNCIAS NO ENSINO DE ENGENHARIA

A atuação dos profissionais de engenharia está intimamente associada à melhoria de produtos e processos, à otimização dos modelos de gestão da produção e aos esforços de inovação e P&D das empresas. Os engenheiros podem desempenhar também o importante papel de empreendedor, abrindo ou organizando empresas de base tecnológica, assumindo riscos, agregando valor aos negócios.

As condições do ensino de engenharia ocupam, portanto, um lugar central nas discussões que envolvem a formulação e a execução de estratégias de desenvolvimento industrial. Fazem parte do leque de desafios que os países devem enfrentar para sustentar ganhos de produtividade e fortalecer suas posições competitivas.

O final da década de 1990 e o início do século XXI têm sido caracterizados por novas tendências no ensino de engenharia. As mudanças nos requisitos de formação, marcadas pela busca de uma maior conexão entre a pesquisa básica e o desenvolvimento de produtos e processos e pelo empenho em converter ideias em inovações tecnológicas, exercem impactos sobre a necessidade de adequação da estrutura dos cursos e das metodologias de ensino das escolas de engenharia.

Os cursos de engenharia precisam se adaptar. Desde a capacidade de “engenheirar” produtos e serviços para atender às necessidades do mercado, utilizando a capacidade científica e o potencial de pesquisa e desenvolvimento (P&D), à valorização das competências gerenciais e das aptidões para a resolução de problemas e desenvolvimento de trabalho em equipe.

A crescente ênfase em competências e habilidades pessoais – e não apenas no conjunto de conteúdos que integram formação objetiva e quantitativa dos cursos tradicionais – tem também desdobramentos relevantes sobre o sistema de avaliação de estudantes e profissionais de engenharia.

A centralidade da inovação e a necessidade de favorecer os processos inovadores associados às áreas de engenharia nas empresas impõem desafios a serem superados, que incluem a necessidade de estabelecimento de critérios de avaliação adequados e de aprimoramento e disseminação de instrumentos de avaliação de alunos e egressos.

A formação dos estudantes requer a inclusão de elementos de estímulo à criatividade e à atitude empreendedora. É preciso desenvolver competências gerenciais e as habilidades de identificar, formular e resolver problemas de engenharia.

Além de oferecer oportunidades no âmbito da pesquisa acadêmica, os professores precisam estar aptos a motivar o aprendizado e abrir espaço para experiências práticas de engenharia e para a cooperação com o setor produtivo. É preciso que essas dimensões sejam valorizadas nos processos de contratação, capacitação, avaliação e promoção dos docentes.

2 O CONTEXTO BRASILEIRO

O desafio de qualificação da mão de obra, que se associa à adequação dos currículos, ao aprimoramento dos processos de avaliação e à capacitação docente, precisa ser enfrentado. Esse é o quarto obstáculo mais importante à inovação na opinião das empresas, como revela a Pesquisa de Inovação (Pintec) 2014 (IBGE, 2016).

Entre as nações de renda média e alta, o Brasil apresenta um dos menores índices de escolarização superior em todo o mundo, exibindo também maior percentual de jovens, entre 20 a 24 anos, que não estudam nem trabalham (CNI, 2016). Esse é um problema que não se restringe ao ensino superior, uma vez que reflete, em grande medida, deficiências do conjunto do sistema educacional do país.

A baixa qualidade do ensino fundamental e médio favorece interrupções no fluxo escolar, dificulta o acesso dos alunos ao ensino superior e estimula níveis elevados de evasão nas universidades.

O ensino fundamental brasileiro ocupa posições desfavoráveis nos rankings internacionais. Os resultados da última edição do *Programme for International Student Assessment* (PISA) revelam que, em 2015, o desempenho médio dos estudantes no Brasil encontrava-se significativamente abaixo da média da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) em ciência (401 pontos, em comparação com uma média de 493 pontos), leitura (407 pontos, contra 493 pontos, em média) e matemática (377 pontos, contra uma pontuação média de 490) (OCDE, 2016).

Esses resultados impactam o desempenho da grande maioria das escolas de ensino superior de engenharia no país, seja pelo tempo necessário para a adaptação do estudante aos requisitos mínimos das carreiras, seja pelos elevados índices de reprovação e abandono registrados. O Brasil, adicionalmente, forma relativamente poucos mestres e doutores nas áreas de engenharia, a maioria orientada à pesquisa científica/acadêmica, que tem enorme relevância mas um foco menor em aplicabilidade. Por fim, boa parte das instituições brasileiras apenas atende ao mínimo estabelecido em termos de horas, conteúdos e iniciativas de integração empresa-escola, o que compromete, em alguma medida, as intenções originais de certas exigências, como estágios discentes, que muitas vezes são apenas protocolares.

Na área de engenharia, comparações internacionais indicam que o Brasil ocupa uma das piores posições no indicador de número de engenheiros por habitante. Em 2014, enquanto a Coreia, a Rússia, a Finlândia e a Áustria contavam com

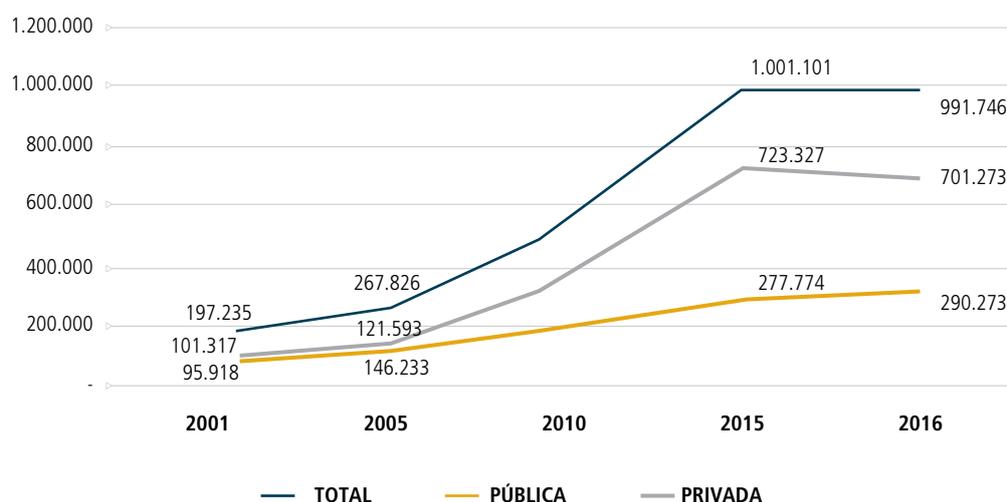
mais de 20 engenheiros para cada 10 mil habitantes, e países como Portugal e Chile dispunham de cerca de 16, o Brasil registrava apenas 4,8 graduados em engenharia para o mesmo universo de pessoas. Indicador similar para o número de doutores em engenharia também evidencia a frágil posição do Brasil no contexto internacional: esse número é quatro a seis vezes menor que o encontrado na maioria dos países europeus e cerca de um terço do registrado nos Estados Unidos (CNI, 2016).

Esses dados, aliados a recorrentes reclamações relativas às dificuldades de contratação de bons profissionais em um momento de expansão da economia, motivaram preocupações quanto a uma possível escassez de engenheiros e ao risco de um apagão de mão de obra. Esse temor respaldou esforços de ampliação da oferta de vagas em universidades públicas e privadas do país e motivou a estruturação de estímulos à demanda por cursos de engenharia que trouxeram resultados visíveis.

Entre os anos de 2005 e 2015, observa-se uma elevação muito significativa do número de matrículas nos cursos presenciais de engenharia (Gráfico 1). Ao lado da expansão de 128% no número de matrículas na rede pública de ensino, chama a atenção, nesses dez anos, o aumento de 395% do número de matrículas em instituições privadas.

No acumulado de 2001 a 2016, o número de matrículas nos cursos presenciais de engenharia praticamente quintuplicou, em função da expansão de 203% e 593%, respectivamente, do número de matrículas nas redes pública e privada de ensino.

Gráfico 1 – Número total de matrículas em cursos presenciais de engenharia

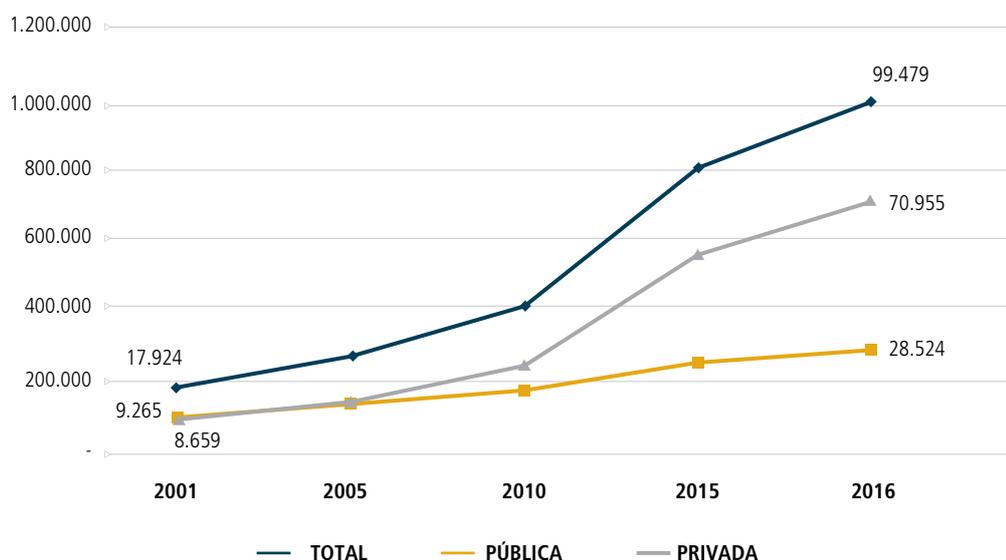


Fonte: Inep. Sinopse Estatística da Educação Superior. Anos diversos.

Como decorrência desses esforços, houve também uma expressiva ampliação do número de concluintes dos cursos presenciais em engenharia. Entre 2001 e 2016, registraram-se aumentos de 455%, 208% e 719%, respectivamente, no número total de concluintes, no número de concluintes na rede pública de ensino e no número

de concluintes em instituições de educação privadas. Essas trajetórias resultaram em uma maior participação relativa de concluintes vinculados a instituições privadas, que representavam 48% do total em 2001 e passaram a 71% em 2016, crescendo, em termos absolutos, de 8.659 para 70.955 pessoas (Gráfico 2).

Gráfico 2 – Número total de concluintes em cursos presenciais de engenharia



Fonte: Inep. Sinopse Estatística da Educação Superior. Anos diversos.

Em relação ao universo de cursos, matrículas e concluintes, houve um avanço importante da área de engenharia, comprovado pela evolução registrada na Tabela 1, a seguir. Este crescimento foi maior nas matrículas que no percentual dos egressos. Assim, enquanto a participação relativa das matrículas em cursos de engenharia passou de 6,5% para 15,1%, entre 2001 e 2016, a participação relativa dos concluintes de engenharia passou de 5,1% para 10,6% no mesmo período.

Tabela 1 – Participação das engenharias no total de cursos de graduação

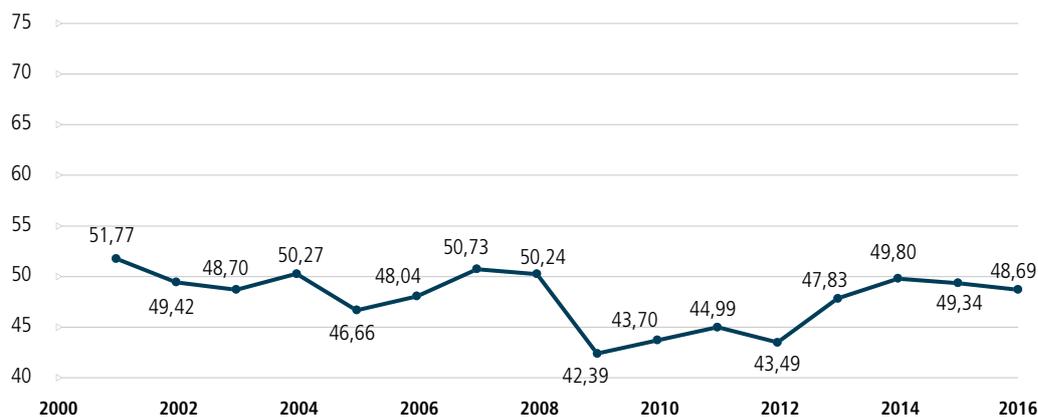
Participação relativa das engenharias	2001	2015	2016
Participação dos cursos de engenharia (%)	6,3%	11,8%	12,6%
Participação das matrículas em cursos de engenharia (%)	6,5%	15,1%	15,1%
Participação dos concluintes em cursos de engenharia (%)	5,1%	8,8%	10,6%

Fonte: Inep. Sinopse Estatística da Educação Superior. Anos diversos.

Esses números sugerem uma espécie de funil na formação de engenheiros no Brasil. Dados do Inep, sistematizados pela Associação Brasileira de Educação em Engenharia (Abenge), revelam que, para cada 1.000 candidatos nos processos de

seleção em engenharia, 175 ingressam e apenas 95 concluem seus cursos. Trata-se de uma estimativa de evasão representativa, confirmada pelos dados apresentados no Gráfico 3, que abrangem os cursos presenciais e a distância.

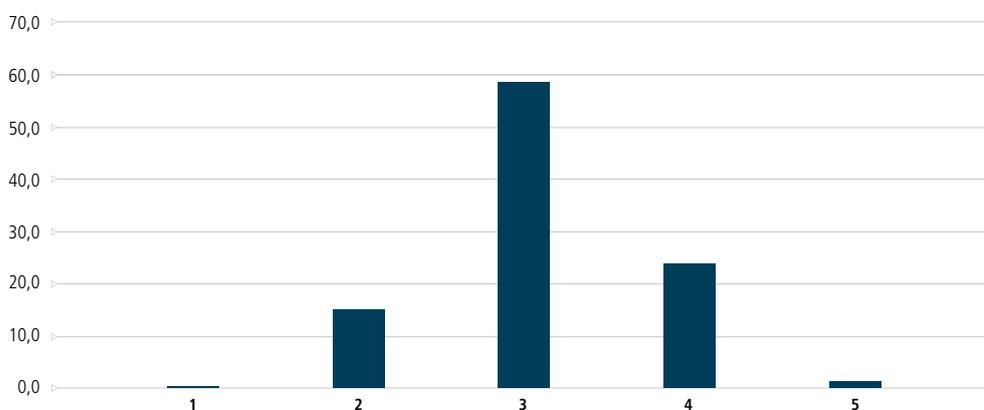
Gráfico 3 – Evasão estimada na engenharia



Fonte: Inep, 2017. Elaboração: Abenge.

As avaliações dos cursos superiores, realizadas pelo Inep, também são sugestivas das fragilidades do ensino em engenharia no país: dos 1.538 cursos avaliados em 2014, cerca de 60% atingiram apenas a nota mínima satisfatória e 15% ficaram abaixo desse valor, conforme o Gráfico 4, a seguir. Embora seja sabido que esse indicador precisa ser aprimorado, é uma referência sobre a posição relativa dos cursos e um parâmetro para as discussões sobre qualidade.

Gráfico 4 – Notas obtidas pelos cursos de engenharia na avaliação do Inep (Conceito Preliminar de Curso – CPC), 2014



Fonte: Elaboração própria, com informações do Inep (2014).

3 PROPOSTAS PARA O APERFEIÇOAMENTO DO ENSINO DE ENGENHARIA

Há questões relevantes a serem enfrentadas para atualização e modernização do ensino das engenharias. A melhoria do ensino e o desenvolvimento de habilidades convergentes com os requisitos do setor produtivo são ações fundamentais para fortalecer a indústria e ampliar as condições de competitividade da economia brasileira.

É fundamental avançar no encaminhamento de soluções para, pelo menos, duas ordens de problemas, que repercutem diretamente na limitada capacidade de inovação da indústria brasileira.

De um lado, o modelo de formação dos profissionais não tem conseguido estimular adequadamente o desenvolvimento de habilidades e competências em áreas não instrumentais, a exemplo da aplicação de conceitos científicos a futuras inovações e da baixa exposição dos alunos a desafios práticos e a questões associadas à realidade da indústria e do mundo do trabalho.

Por outro, reconhece-se a desconexão entre os esforços de pesquisa e a necessidade de soluções focadas em problemas reais, que se manifestam, por exemplo, na insuficiência de práticas de laboratórios que ultrapassem demonstrações científicas e na reduzida vinculação entre os ensinamentos teóricos e as escassas experiências práticas dos estudantes.

As propostas a seguir são baseadas na publicação **Destaques de Inovação: Recomendações para o Fortalecimento e Modernização do Ensino de Engenharia no Brasil** (CNI, 2018), elaborada no âmbito da Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI), e estão divididas em três eixos temáticos:

- modernização dos currículos;
- avaliação dos cursos; e
- formação e capacitação de docentes.

Estes três eixos não podem estar dissociados. Para que os cursos atendam às necessidades de formação de engenheiros com competências e habilidades capazes de suprir as necessidades do mercado, é fundamental que haja a devida integração e interdependência de diretrizes e ações em diversas esferas.

Os ajustes nas diretrizes curriculares precisam estar amparados em metodologias de ensino adequadas à nova realidade, em processos de avaliação adequados ao controle de qualidade e capazes de certificar a implementação de práticas inovadoras aplicadas em uma dimensão interdisciplinar e com professores capacitados.

A definição de terminologias, conteúdos e metodologias de ensino aderentes às demandas da indústria, alinhando a formação do engenheiro brasileiro às principais tendências de mercado, sinaliza também aspectos relevantes para uma estruturação apropriada dos cursos e das carreiras.

3.1 Modernização dos currículos

As Diretrizes vão na direção correta, mas a prática é outra. As Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) do Curso de Graduação em Engenharia, instituídas pelo Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior por meio da Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002¹, dispõem que a formação do engenheiro tem por objetivo desenvolver competências e habilidades gerais que abrangem não apenas a aplicação de conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais necessários para o exercício das atividades profissionais, mas também aptidões comportamentais relacionadas à comunicação, à ética e à atuação em equipe, além de uma postura de permanente atualização profissional e atenção ao contexto social, econômico e ambiental.

Também prevê que cada curso tenha um projeto pedagógico que demonstre como o conjunto de atividades garantirá o perfil desejado do egresso, favorecendo a assimilação das competências e habilidades requeridas. Para tanto, prevê a participação dos estudantes em atividades empreendedoras (como empresas juniores, por exemplo), trabalhos de iniciação científica, projetos envolvendo equipes multidisciplinares, monitorias e atividades de desenvolvimento de protótipos. Adicionalmente, as DCN atuais determinam que os cursos devem possuir três núcleos de conteúdos: básicos, profissionalizantes e específicos para cada modalidade da engenharia, sendo apontados os tópicos a serem considerados na organização dos currículos.

A preocupação com o desenvolvimento de um conjunto importante de competências e habilidades ao longo da formação dos alunos está presente no texto, mas a experiência tem mostrado que predomina a matriz “conteudista” na construção dos currículos. Isto é, as escolas definem suas grades curriculares, mas a escolha dos conteúdos, em muitas das vezes, está dissociada das competências desejadas dos engenheiros, do perfil que se espera do egresso, enfraquecendo assim a conexão entre aprendizado e prática profissional.

1. Ver Ministério da Educação (2002).

É um imperativo a revisão da formação de engenheiros no Brasil. O Brasil precisa transformar conhecimento acadêmico em novos produtos e serviços que tenham impacto no desenvolvimento dos mercados e na solução dos principais problemas enfrentados pela sociedade. O processo de ensino-aprendizagem precisa ser mais focado em resultados e mais orientado ao indivíduo e à busca de maior engajamento do aluno nas atividades dos cursos.

As experiências internacionais reforçam a necessidade dessa transformação. Nos Estados Unidos, o programa *Engineering Criteria 2000*, elaborado pela Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) ainda nos anos 1990, delinea padrões de referência para o ensino de engenharia e o seu processo de avaliação, enfatizando a necessidade de profissionais polivalentes, com elevada capacidade de adaptação, autonomia e mobilidade. Mais do que especificar exigências curriculares, o programa ressalta a importância dos processos de aprendizado, avaliação e melhoria contínua, colocando a criatividade e a capacidade de inovar como atributos indispensáveis ao novo perfil do engenheiro.

Na Europa, as iniciativas de adequação do ensino superior têm sido orientadas pelo processo de Bolonha², que propõe uma mudança no paradigma de ensino: de um modelo passivo, fundamentado na aquisição de conhecimentos, para um modelo baseado no desenvolvimento de competências gerais (instrumentais, interpessoais e sistêmicas) e habilidades específicas associadas à área de formação, onde as componentes experimental e de projeto desempenham um papel de destaque.

Na área de engenharia, a estrutura de ciclos de formação mais adotada pelas Instituições de Ensino Superior (IES) europeias inclui um primeiro ciclo de bacharelado, com três anos de duração, e um segundo ciclo de mestrado, com dois anos adicionais, totalizando cinco anos de estudo³. A concepção de ensino em dois ciclos levou várias associações europeias representativas dos diplomados em cursos de engenharia a concederem o grau de engenheiro para os que cursam de forma completa as duas etapas, conferindo, aos que cursam apenas o bacharelado, grau de técnico ou de engenheiro técnico.

Propostas de modernização da formação de engenheiros no Brasil devem levar em consideração as tendências internacionais, bem como os aspectos específicos da realidade do país.

2. Trata-se de um processo de reforma que visa conferir maior compatibilidade entre os sistemas de ensino existentes nos países europeus e facilitar a mobilidade e o acesso dos estudantes e candidatos a emprego na Europa. Além de garantir a qualidade e facilitar o reconhecimento das qualificações e períodos de estudo, define a divisão do ensino superior em três ciclos: bacharelado, mestrado e doutoramento.
3. Os chamados Descritores de Dublin descrevem as competências e habilidades associadas a cada um desses dois ciclos.

O Brasil apresenta deficiências no seu sistema de ensino que precisam ser levadas em conta para que se estruturam estratégias coerentes de aperfeiçoamento dos cursos de engenharia. E mesmo nos casos dos nichos de formação de excelência que existem no país, há espaço nas escolas para melhorias que deem ao aluno a oportunidade de uma formação com visão mais multidisciplinar, sistêmica e condizente com as necessidades da sociedade, em especial no que diz respeito às questões de sustentabilidade, áreas portadoras de futuro (como nanotecnologia e biotecnologia) e da nova geração de produção, indústria 4.0 (que abrange, por exemplo, automação avançada, *big data*, inteligência artificial, design e circuitos integrados).

O que mais chama a atenção nas experiências internacionais é a busca pela definição de currículos focados no desenvolvimento de competências e na adoção de metodologias de ensino mais orientadas à prática. Perguntas simples como “o que o engenheiro deve saber?”, “quais atividades deve estar preparado para executar?” e “quais os objetivos da formação?” são chave para definir o conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes que serão aplicados na vida profissional e que, portanto, devem ser alvo dos currículos. Esse enfoque, combinado à adoção de metodologias ativas, é indicado para elevar a qualidade do ensino de engenharia, uma vez que os alunos formados nessas bases estão mais aptos para o mercado de trabalho.

Com efeito, as modernas metodologias de ensino baseiam-se na utilização de tecnologias da informação, estimulando, além do desenvolvimento de competências comportamentais, a mobilidade, a flexibilidade e a motivação de aprendizado dos estudantes. Nesse contexto, os professores deixam de ocupar o papel principal na geração e disseminação dos conteúdos, adotando a função precípua de tutor.

Uma das principais metodologias empregadas na engenharia é o ensino baseado em projetos (*Project Based Learning – PBL*), de acordo com a qual os alunos desempenham atividades relacionadas à execução de um projeto usualmente vinculado ao desenvolvimento de produtos ou tecnologias. Essa sistemática promove a interdisciplinaridade e estimula o desenvolvimento de habilidades como trabalho colaborativo e pensamento crítico, levando o aluno a assumir uma postura ativa no seu próprio processo de aprendizado. Adicionalmente, associa os esforços dos estudantes à busca de soluções para problemas concretos identificados no âmbito da execução dos projetos.

A metodologia valoriza também uma competência relevante e atual para o futuro profissional de engenharia: a capacidade de empreender. De fato, os desafios de execução de projetos apoiam o desenvolvimento de características como criatividade, capacidade de gestão e espírito inovador, essenciais para o empreendedorismo. Assim, as experiências e os conhecimentos adquiridos ao longo do curso tornam-se base para a formação de engenheiros capazes de criar, desenvolver e

manter sustentável o seu próprio negócio ou praticar o chamado *intraempreendedorismo*, que pressupõe atitudes empreendedoras dentro dos limites de uma empresa já estabelecida.

Paralelamente ao PBL, ganha força a tendência de adoção do ensino híbrido, que, apoiando-se na utilização de tecnologias digitais, utiliza simultaneamente o ensino presencial e a distância. Modelos como sala de aula invertida (no qual o 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 (atividades a serem executadas *online*, definidas a partir das necessidades de cada aluno) são exemplos de práticas empregadas nessa modalidade de ensino, que flexibiliza o tempo e o espaço de aprendizado, conferindo maior autonomia ao aluno e consolidando a posição tutorial do docente.

3.2 Avaliação dos cursos

O Brasil tem avançado nos sistemas de avaliação. Desde as primeiras iniciativas de avaliação implementadas no Brasil na década de 1990 – materializadas no Programa de Avaliação Institucional das Universidades Brasileiras (Paiub) e no Exame Nacional de Cursos (ENC), mais conhecido como Provão –, avançou-se significativamente no sistema de avaliação da educação superior no país. Atualmente, conta-se com modelos de avaliação relativamente maduros, que têm apoiado diagnósticos consistentes e sustentado o planejamento de ajustes e melhorias em milhares de cursos oferecidos por distintas IES.

Instituído pela Lei 10.861, de 14 de abril de 2004, o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (Sinaes) visa assegurar o processo de avaliação das IES, dos cursos de graduação e do desempenho acadêmico de seus estudantes. Para a avaliação dos cursos de graduação, os instrumentos que subsidiam a produção de indicadores de qualidade são o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (Enade) e as avaliações *in loco* realizadas por comissões de especialistas. Para fins de avaliação institucional, conta-se com a autoavaliação coordenada pela Comissão Própria de Avaliação (CPA) de cada instituição e com avaliações externas realizadas por comissões designadas pelo Inep, que conduz todo o sistema de avaliação de cursos superiores no país.

Apesar da grande contribuição para o monitoramento da qualidade do ensino superior e da relevância que assumiu em um contexto marcado pela grande expansão da oferta de cursos e vagas nas últimas décadas, o sistema de avaliação atual não contempla elementos associados à inovação.

O Enade, inspirado em uma matriz conteudista, tem se mostrado pouco capaz de avaliar as competências indicadas pela DCN para o Curso de Graduação em

Engenharia. Além das dificuldades decorrentes da periodicidade das avaliações e do elevado número de instituições e cursos envolvidos no processo, o Enade também se depara, no caso de carreiras como as de engenharia, com o desafio de adequar critérios e métodos de avaliação à evolução das tecnologias na indústria e à trajetória dos novos requisitos profissionais, o que agrega maior complexidade ao adequado cumprimento dos seus objetivos.

Questões associadas aos diferentes perfis de oferta de curso e à variedade de títulos profissionais reconhecidos pela Resolução 473/2002, do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea), tornam os processos avaliativos ainda mais intrincados. Enquanto alguns desses cursos exigem dedicação integral (ao menos durante boa parte do tempo), outros requerem dedicação apenas parcial, permitindo que os alunos se engajem em programas de estágio ou se dediquem a atividades profissionais desde os primeiros anos.

Há também os cursos de educação a distância, que oferecem ainda maior flexibilidade em termos de horário e possibilidade de realização de atividades concomitantes. É claro que os diferentes perfis de curso resultam na formação de engenheiros com distintas capacitações, cuja formação atende a requisitos de nichos diversos do mercado de trabalho. Considerando essas distinções, é importante contar com mecanismos de avaliação capazes de reconhecer a competência de cursos e escolas de engenharia com diferentes focos e perfis.

Os elementos que tornam o processo de avaliação complexo, todavia, também o posicionam como componente estratégico para a modernização do ensino de engenharia no Brasil.

A discussão acerca dos sistemas de avaliação dos cursos de engenharia representa uma grande oportunidade para repensar os rumos da formação de engenheiros, uma vez que as informações geradas podem subsidiar as necessárias revisões dos currículos e das metodologias de ensino em direção aos resultados pretendidos, fornecendo ainda elementos para orientar os esforços de capacitação docente.

3.3 Formação e capacitação de docentes

Aperfeiçoar a formação, prover treinamento profissional e adequar a atuação dos professores são ações fundamentais para a consolidação de um perfil de novos engenheiros aderente à realidade do mercado.

O aprimoramento da função docente envolve todo o ciclo de vida acadêmica, incluindo os processos de contratação, capacitação, avaliação e promoção de professores. No caso das engenharias, todos esses processos devem priorizar a

capacidade dos docentes de formar profissionais com as competências e habilidades requeridas pelo mercado e de estimular a conexão entre a definição de linhas de pesquisas e a necessidade de buscar soluções para questões críticas do mundo real.

Como regra geral, a contratação de professores envolve processos seletivos que não têm se mostrado capazes de aferir a verdadeira condição desses profissionais de conduzirem da melhor maneira possível essas duas ordens de demandas. A inclusão de uma prova didática na seleção, por exemplo, não assegura que o candidato tenha de fato competência para ministrar uma disciplina completa de forma a induzir a formação de novos engenheiros com as habilidades desejadas.

Da mesma forma, é difícil avaliar e estabelecer uma ponderação apropriada de critérios como experiência docente, engajamento em atividades de pesquisa, produção científica e práticas de engenharia. Como resultado, não é incomum que um professor seja contratado sem possuir a formação específica para a docência, o que o leva a reproduzir modelos tradicionais de ensino. Tampouco é incomum a contratação de professores sem qualquer vivência na prática de engenharia em ambientes industriais, que poderiam contribuir para estimular pesquisas mais conectadas às demandas das empresas e da sociedade.

Além disso, o docente depara-se, ao longo de sua carreira, com iniciativas limitadas de capacitação. Embora alguns programas de pós-graduação em engenharia ofereçam disciplinas relacionadas com a formação para a docência, na maioria dos casos a ênfase recai sobre os conhecimentos e habilidades requeridos para o desenvolvimento de áreas específicas de pesquisa às quais o aluno esteja vinculado. A preparação pedagógica e a realização de estágios supervisionados em ensino são atividades pouco valorizadas, o que leva os profissionais a aplicarem, no exercício da docência, modelos que replicam sua experiência como aluno, salvo quando se dispõem a buscar por conta própria o aperfeiçoamento didático necessário.

Os processos de avaliação e promoção docente também estão geralmente baseados em critérios que não refletem a aptidão dos profissionais de estimular competências interpessoais e sistêmicas ou de desenvolver a criatividade e a capacidade de inovação dos alunos. Apesar disso, é inegável que a função do docente do ensino superior não se limita a ministrar aulas ou desenvolver pesquisas que resultam em publicações acadêmicas.

A nova configuração profissional incorpora múltiplas atribuições, que envolvem a elaboração da proposta pedagógica do curso, a realização de atividades que exponham o aluno a ambientes industriais e desafios de mercado, a implantação de acordos de cooperação entre a universidade e empresas e a concepção de práticas que favoreçam a aplicação de conceitos científicos a potenciais inovações, entre outras.

É fundamental que se utilizem como base para a avaliação e a progressão de professores, além de critérios associados aos esforços de produção acadêmica e ao número de publicações, metodologias de ensino baseado em projetos, experiências práticas de engenharia, pedidos de registros patentes e iniciativas que resultem em maior interação entre a universidade e as empresas, **por exemplo**. O perfil do novo engenheiro inclui a capacidade de rápida adaptação a conhecimentos e técnicas inovadoras, de modo a que se atendam às exigências do acelerado movimento de evolução das tecnologias e mercados. A aprendizagem torna-se um processo dinâmico e permanente, que requer novas modalidades de suporte.

Na esfera internacional, uma das iniciativas para o aprimoramento da prática do ensino de engenharia que vem ganhando destaque é a *CDIO Initiative*, que oferece uma série de padrões de referência (CDIO, 2010). Os chamados *Standard 9: Enhancement of Faculty Competence* e *Standard 10: Enhancement of Faculty Teaching Competence*, por exemplo, dizem respeito, respectivamente, ao aprimoramento de docentes em sua área de atuação e ao aperfeiçoamento das competências de ensino, incluindo, como exemplos de ações: licença profissional para trabalhar na indústria; parcerias com colegas da indústria em projetos de pesquisa e educação; inclusão de práticas de engenharia como critério de contratação e promoção; experiências apropriadas de desenvolvimento profissional na universidade; apoio à participação docente em programas de desenvolvimento de professores; fóruns para compartilhar ideias e melhores práticas; e ênfase em métodos efetivos de ensino para contratação (*hiring on effective teaching methods*).

Embora seja possível identificar algumas dessas ações no Brasil, é necessário avançar no estabelecimento de iniciativas mais robustas e abrangentes, que contribuam para aprimorar a formação dos profissionais de ensino de engenharia e conectar os esforços de pesquisa acadêmica com a busca de soluções focadas em problemas concretos da indústria. Esse é um caminho fundamental para ampliar a competitividade e a capacidade de inovação do setor produtivo brasileiro.

3.4 Recomendações

Currículos e metodologias

1. **Fortalecer a base técnica e estimular a formação mais inovadora em engenharia, mediante a adoção de currículos mais focados no desenvolvimento de competências** como capacidade de formulação e resolução de problemas, planejamento, gestão, empreendedorismo, trabalho em equipe, capacidade de tomar decisões em ambientes de incerteza, pensamento

crítico e sistêmico (articulando aspectos técnicos, sociais, legais, econômicos e ambientais).

2. **Ampliar a integração entre os cursos de engenharias e o setor produtivo**, por meio de estágios e do incentivo ao uso de metodologias de ensino orientadas à prática, à produção de pesquisas científicas e tecnológicas em áreas críticas, à interação dos docentes com o mercado (experiência profissional), criando posições nas universidades para engenheiros com experiência, mas não necessariamente com carreira acadêmica estruturada, e oferecendo bolsas de estudo aos estudantes com exigência de participação em projetos conjuntos com empresas.
3. **Apoiar a criação e utilização de laboratórios de ensino de melhores práticas**, para possibilitar a imersão de professores de engenharia e diretores de escolas em experiências concretas (com laboratórios, metodologias e ferramentas de ensino mais atuais), **de projetos pilotos para a renovação do ensino de engenharia**, com vistas a implementar inovações pedagógicas que reforcem a criatividade e desenvolvam atributos de liderança e empreendedorismo, e o auxílio a professores e dirigentes para **conhecer experiências internacionais exitosas**.
4. **Estimular a adoção do modelo de ensino híbrido**, combinando o uso da tecnologia digital com as interações presenciais.

Avaliação dos cursos e instituições

5. **Apoiar a realização de competições, como olimpíadas**, em que os alunos sejam levados a trabalhar em equipe, de forma interdisciplinar, na solução de desafios da engenharia.
6. **Aprimorar a avaliação dos programas de ensino de engenharia**, estabelecendo sistemas de avaliação *in loco* dos procedimentos e métodos educacionais, que levem em consideração um conjunto abrangente de competências e habilidades que incluam as aptidões consideradas relevantes para o novo perfil do engenheiro, nos moldes dos sistemas de acreditação internacionais.

Processos de contratação, capacitação, avaliação e promoção de professores

7. **Definir mecanismos de avaliação da atuação dos engenheiros egressos**, de modo a aferir se os esforços de formação focados nas habilidades desejadas efetivamente se transformam em comportamentos observáveis no desempenho das atividades profissionais.
8. **Apoiar a disseminação do mestrado profissional nas engenharias** e direcionar os mestrados acadêmicos aos engenheiros que pretendam fazer carreira nessa área.

9. **Capacitar docentes** por meio de cursos, estágios, comunidades de prática e outros tipos de programas de desenvolvimento profissional, com especial atenção ao treinamento em metodologias de ensino de engenharia que envolvam a participação ativa dos estudantes (projetos, desafios, competições e outras).
10. **Aprimorar o processo de progressão na carreira**, de modo a incluir experiências práticas em engenharia como critério de avaliação e promoção de professores.
11. **Estruturar programas de premiação docente** que estimulem uma atuação condizente com os atuais requisitos da formação de engenheiros, conferindo especial atenção ao reconhecimento de esforços de cooperação e parceria entre a academia e o setor produtivo.
12. **Estimular os professores das universidades a atuar nas empresas, em tempo parcial ou integral por temporada**, fortalecendo a inovação na indústria e a capacidade do ensino de conhecimentos teóricos por meio de exemplos práticos.

REFERÊNCIAS

CONCEIVE DESIGN IMPLEMENT OPERATE – CDIO. **The CDIO Standards 2.0**. 2010. Disponível em: <<http://www.cdio.org/implementing-cdio/standards/12-cdio-standards>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI; INSTITUTO EUVALDO LODI – IEL. **Recursos humanos para Inovação**. Brasília: CNI, 2016.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. et al. **Destaques de Inovação: Recomendações para o fortalecimento e modernização do ensino de engenharia no Brasil**. Brasília: CNI, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa de Inovação 2014**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Resolução CNE/CES n. 11 de 11 de março de 2002**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em: 06 dez. 2017.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – OCDE. **Results from PISA 2015 – Country Note: Brazil**. Paris: OECD: 2016.

LISTA DAS PROPOSTAS DA INDÚSTRIA PARA AS ELEIÇÕES 2018

1. Segurança Jurídica e Governança: o problema e a agenda
2. Segurança Jurídica e Governança na Infraestrutura
3. Segurança Pública: a importância da governança
4. O Brasil na OCDE: um caminho natural
5. Saúde Suplementar: uma agenda para melhores resultados
6. Educação: a base para a competitividade
7. Ensino de Engenharia: fortalecimento e modernização
8. Financiamento Privado de Longo Prazo: uma agenda para fortalecer o mercado de debêntures
9. Licenciamento Ambiental: propostas para a modernização
10. Biodiversidade: as oportunidades do uso econômico e sustentável
11. Mudanças Climáticas: estratégias para a indústria
12. Economia Circular: o uso eficiente dos recursos
13. Segurança Hídrica: novo risco para a competitividade
14. Modernizar a Tributação Indireta para Garantir a Competitividade do Brasil
15. Tributação da Renda de Pessoas Jurídicas: o Brasil precisa se adaptar às novas regras globais
16. Tributação sobre a Importação e Exportação de Serviços: mudar para uma indústria competitiva
17. Tributação no Comércio Exterior: isonomia para a competitividade
18. Relações de trabalho: caminhos para continuar a avançar
19. Modernização Previdenciária e da Segurança e Saúde no Trabalho: ações para avançar
20. Privatização da Infraestrutura: o que falta fazer?
21. Sistema Portuário: avanços, problemas e agenda
22. Transporte Marítimo de Contêineres e a Competitividade das Exportações
23. Transporte Ferroviário: colocando a competitividade nos trilhos
24. Saneamento Básico: uma agenda regulatória e institucional
25. Grandes Obras Paradas: como enfrentar o problema?

26. Energia Elétrica: custos e competitividade
27. Insumos Energéticos: custos e competitividade
28. Gás Natural: mercado e competitividade
29. Térmicas na Base: a escolha inevitável
30. Telecomunicações: modernização do marco institucional
31. Inovação: agenda de políticas
32. Indústria 4.0 e Digitalização da Economia
33. Compras Governamentais e Desenvolvimento Tecnológico:
a experiência internacional e propostas para o Brasil
34. Propriedade Intelectual: uma agenda para o desenvolvimento industrial
35. Governança do Comércio Exterior: aperfeiçoamento de
instituições e competências
36. Acordos Comerciais: as prioridades
37. Barreiras Comerciais e aos Investimentos: ações para abrir mercados
38. Investimentos Brasileiros no Exterior: superando os obstáculos
39. Defesa Comercial: agenda para um comércio justo
40. Financiamento e Garantias às Exportações:
mais eficácia no apoio ao exportador
41. Facilitação e Desburocratização do Comércio Exterior Brasileiro
42. Documentos Aduaneiros: comércio exterior sem amarras
43. Política Industrial Setorial: conceitos, critérios e importância (esse documento
será divulgado em um seminário específico dedicado ao tema)

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Robson Braga de Andrade
Presidente

Diretoria de Políticas e Estratégia

José Augusto Coelho Fernandes
Diretor

Diretoria de Desenvolvimento Industrial

Carlos Eduardo Abijaodi
Diretor

Diretoria de Relações Institucionais

Mônica Messenberg Guimarães
Diretora

Diretoria de Educação e Tecnologia

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti
Diretor

Diretoria Jurídica

Hélio José Ferreira Rocha
Diretor

Diretoria de Comunicação

Carlos Alberto Barreiros
Diretor

Diretoria de Serviços Corporativos

Fernando Augusto Trivellato
Diretor

Diretoria CNI/SP

Carlos Alberto Pires
Diretor

CNI

Robson Braga de Andrade
Presidente

Superintendência do IEL

Gianna Cardoso Sagazio
Superintendente

Diretoria de Inovação - DI

Gianna Cardoso Sagazio
Diretora

Gerência de Inovação

Suely Lima Pereira
Gerente
Coordenação Geral

Suely Lima Pereira
Zil Miranda
Coordenação Técnica

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

LRC Consultoria Ltda
Consultores

Coordenação dos projetos do Mapa Estratégico da Indústria 2018-2022**Diretoria de Políticas e Estratégia - DIRPE**

José Augusto Coelho Fernandes
Diretor

Renato da Fonseca
Samantha Ferreira e Cunha
Maria Carolina Correia Marques
Mônica Giágio
Fátima Cunha

Gerência Executiva de Publicidade e Propaganda – GEXPP

Carla Gonçalves
Gerente-Executiva

André Augusto Dias
Produção Editorial

Área de Administração, Documentação e Informação – ADINF

Maurício Vasconcelos de Carvalho
Gerente-Executivo

Alberto Nemoto Yamaguti
Normalização

Penha Dutra
Revisão Gramatical

Editorar Multimídia
Projeto Gráfico

IComunicação
Diagramação

Athalaia Gráfica e Editora
Impressão

 www.cni.org.br

 /cnibrasil

 /cni_br

 /cnibr

 /cniweb



Confederação Nacional da Indústria

CNI. A FORÇA DO BRASIL INDÚSTRIA

