

Comissão Nacional para Implantação das
Novas Diretrizes Curriculares Nacionais do
Curso de Graduação em Engenharia (CN-DCNs)

RELATÓRIO SÍNTESE

Resumo

Este relatório apresenta a síntese dos documentos elaborados pelas Subcomissões
Temáticas da CN-DCNs.

COMISSÃO NACIONAL PARA IMPLANTAÇÃO DAS NOVAS DIRETRIZES
CURRICULARES NACIONAIS DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA (CN-DCN)

- RELATÓRIO SÍNTESE -

Junho - 2020

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	6
2	INTRODUÇÃO	12
2.1	Desenho do Projeto Pedagógico do Curso	13
2.2	Avaliação da Aprendizagem e Gestão do Projeto Pedagógico	14
2.3	Capacitação dos Docentes dos Cursos de Engenharia	15
2.4	Interação entre Instituição de Ensino e Ambiente do Trabalho	16
2.5	Atribuição Profissional	17
3	DESENHO DO PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE ENGENHARIA	19
3.1	Perfil do Egresso	19
3.2	Processo Formativo	19
3.2.1	Organização Curricular	19
3.2.2	Avaliação como Processo do Aprendizado	23
3.3	Estratégias do Processo Formativo	23
3.3.1	Metodologias de Aprendizagem Ativa	24
3.3.2	Capacitação Docente	24
3.3.3	Espaços de Aprendizagem	25
3.3.4	Acolhimento, Nivelamento e Acompanhamento	25
3.3.5	Material Didático	26
3.3.6	Atividades Complementares	26
3.3.7	Atividades de Extensão	27
3.3.8	Articulação entre Graduação e Pós-Graduação/Pesquisa	27
3.3.9	Interação das Escolas de Engenharia com o Ambiente de Trabalho	27
3.3.10	Inovação Tecnológica e Empreendedorismo	28
4	AValiação DA APRENDIZAGEM E GESTÃO DO PROJETO ACADÊMICO	29
4.1	Fundamentação Teórica	29
4.1.1	Competências	29
4.1.2	Avaliação de Aprendizagem no Contexto da Formação para o Desenvolvimento de Competências	29
4.2	Recomendações para a Avaliação da Aprendizagem	31
4.2.1	Avaliação dos Estudantes	32
4.2.2	Avaliação para fins de Gestão do Projeto Pedagógico	32
4.2.3	Plano de Autoavaliação, Processo Diagnóstico e Plano de Ação	33
4.3	Dimensões da Avaliação	34
4.3.1	Componentes de Competência a Serem Avaliados	34
4.3.2	Classificação da Avaliação	35
4.3.3	Construção do Processo Avaliativo	36
4.4	Instrumentos de Avaliação	37
4.5	Governança do Processo de Avaliação	38
5	CAPACITAÇÃO DOCENTE	39
5.1	Competências dos Professores de Engenharia	39
5.1.1	Por Que Pensar em Formação por Competências	39
5.1.2	Identificação das Competências	39
5.2	Dimensões da Capacitação Docente	40
	<i>i. Planejamento Didático Pedagógico</i>	40
	<i>ii. Avaliação Institucional</i>	40

iii. Avaliação da Aprendizagem.....	41
iv. Regulamentação	41
v. Ensino, Pesquisa e Extensão.....	41
vi. Teorias de Aprendizagem.....	41
vii. Recursos Tecnológicos (TIC's).....	41
viii. Inovação na Educação	41
ix. Empreendedorismo.....	41
5.3 Sistema de Avaliação dos Professores	42
5.3.1 Promoção e Contratação Docente	42
5.3.2 Valorização do Ensino na Avaliação Global do Docente.....	43
5.3.3 Avaliação dos Docentes por Discentes e Egressos	43
5.3.4 Outros Instrumentos Avaliativos da Prática Docente.....	44
5.4 Iniciativas Nacionais e Internacionais de Formação de Professores	45
5.4.1 Iniciativas Nacionais.....	45
5.4.2 Iniciativas Internacionais	48
5.5 Recomendações para Capacitação Docente	49
5.5.1 Tutoria Docente.....	49
5.5.2 Partilha de Experiências entre Professores.....	49
5.5.3 Capacitação de Alunos de Pós-graduação para Docência em Engenharia.....	50
5.5.4 Rede de cooperação para capacitação docente	50
5.5.5 Canais de comunicação entre as IES	50
5.5.6 Menção de Destaque	50
6 INTERAÇÃO ENTRE INSTITUIÇÃO DE ENSINO E AMBIENTE DO TRABALHO	51
6.1 Parceria entre IES e empresas	51
6.2 Boas práticas de interação entre IES e empresas no Brasil.....	52
6.2.1 Oferta de Disciplinas ou Módulos Estruturados com Base em Necessidades Empresariais e Realização de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) com Empresas.....	52
6.2.2 Apoio a Projetos Empreendedores de Alunos (foco na criação de negócios).....	54
6.2.3 Realização de Doações de Recursos ou Investimento em Infraestrutura de Pesquisa para os Cursos de Engenharia	56
6.2.4 Acordos de Cooperação com Múltiplas Ações.....	57
6.3 Recomendações Gerais.....	57
7 ATRIBUIÇÃO PROFISSIONAL	59
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

Figura 1 - Representação da abordagem tradicional de desenho de currículos	19
Figura 2 - Visão resumida da abordagem por competências para desenho de currículos	21
Quadro 1 - Componentes das competências das Diretrizes Curriculares Nacionais de dos Cursos de Graduação em Engenharia.....	34
Quadro 2 - Habilidades e atitudes no perfil do egresso Diretrizes Curriculares Nacionais de dos Cursos de Graduação em Engenharia	35
Quadro 3 - Relação entre instrumentos de avaliação, componentes de competência e dimensão cognitiva de acordo com a taxonomia de Bloom	38
Quadro 4 - Tipos de parceria universidade-empresa	51

1 APRESENTAÇÃO

Este relatório é produto do trabalho da Comissão Nacional para Implantação das novas DCNs (CN-DCNs) no Curso de Graduação em Engenharia. A criação desta Comissão foi proposta pela Associação Brasileira de Educação em Engenharia (Abenge), tão logo o Conselho Nacional de Educação (CNE) aprovou o Parecer CNE/CES nº 01, de 23 de janeiro de 2019. Os preparativos para criá-la iniciaram-se após a publicação da Resolução CNE/CES nº 02, de 24 de abril 2019, que instituiu as novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Engenharia (DCNs) (BRASIL, 2019).

A proposta de criar a Comissão Nacional foi articulada com o CNE, a Mobilização Empresarial pela Inovação (MEI), coordenada pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), e o Conselho Nacional de Engenharia e Agronomia (Confea). A Abenge e a MEI/CNI firmaram uma parceria em 2017 para a elaboração de uma proposta de DCNs e o Confea, que já participava de ações com vistas à discussão destas DCNs, somou-se de vez aos esforços para que as novas DCNs sejam efetivadas. Com isso, tem-se representados nesta tarefa, instituições representativas do sistema educacional, do sistema profissional e do sistema produtivo, todos relacionados à Engenharia.

De forma articulada com o CNE, o CONFEA e a CNI/MEI, a ABENGE propôs realizar o seu 10º Fórum de Dirigentes das IES de Engenharia no CNE, o que foi aceito e tal ocorreu nos dias 25 e 26 de junho de 2019. Com vistas à criação da Comissão Nacional para Implantação das novas DCNs (Comissão DCNs), foi constituída uma Coordenação desta Comissão, presidida pelo CNE e composta por Abenge, Confea e CNI/MEI, conforme descrito abaixo.

Coordenação Geral da Comissão Nacional

CNE	Luiz Roberto Lisa Curi – Presidente do CNE
	Antonio de Araújo Freitas Junior - Presidente da CES/CNE
ABENGE	Vanderli Fava de Oliveira - Presidente
	Luiz Paulo Brandão - Vice-Presidente
	Vagner Cavenaghi - Diretor Administrativo
	Octavio Mattasoglio Neto – Diretor de Comunicação
	Ingrid A Reis - Presidente Abenge Estudantil
CONFEA	Joel Kruger - Presidente
	Osmar Barros Junior – Presidente em exercício
	Jorge Luiz Bitencourt da Rocha – Conselheiro Federal do Confea
	Luiz Lucchesi - Coordenador da Ceap/Confea
CNI/MEI	Gianna Sagazio - Diretora de Inovação
	Suely Pereira – Gerente Executiva de Inovação
	Zil Miranda – Especialista em Desenvolvimento Industrial
	Afonso Lopes – Analista
CONSELHEIROS ESTRATÉGICOS	Fábio do Prado – FEI
	Irineu Giansesi – Insper

No dia 26 de junho de 2019, segundo dia de realização do Fórum de Dirigentes no CNE, foi criada a Comissão Nacional para implantação das novas Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia (CN-DCNs). A representação na Comissão Nacional se deu mediante envio de ofício do dirigente da IES de Engenharia, do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) ou da Entidade Nacional, indicando o seu respectivo representante e suplente. A Comissão Nacional é apresentada a seguir.

Composição da CN-DCNs em 2019

Entidade/Instituição	Representante	Suplente
Associação Brasileira de Educação à Distância	Waldomiro P. D. Carvalho Loyolla	-
Associação Brasileira de Engenharia de Produção	Gil Eduardo Guimarães	Cintia Tavares do Carmo
Centro de Ensino Superior de Maringá	Kátia Solange Coelho	-
Centro Universitário FEI	Roberto Baginski Batista Santos	-
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia da BA	Cristina de Abreu Silveira	Luiz Edmundo Campos
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de RR	Kelly C Ramos de Oliveira	Márcio José dos Santos Almeida
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de SP	Marcelo Alexandre Prado	Sebastião Gomes de Carvalho
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do DF	Luiz Soares Correa	Egomar Dickel
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do PR	Ricardo Rocha de Oliveira	Everlei Câmara
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do RJ	Rafael Oliveira da Mota	-
Faculdade de Engenharia de Minas Gerais	Aécio Lira	-
Faculdade de Engenharia de Resende	Marilia Rios de Paula	Washington de Macedo Lemos
Fórum Nacional dos Dirigentes de IES de Engenharia	Vera L. D. de Sousa Franco	Claudia do R. Vaz Morgado
Fundação Armando Alvares Penteado	Régis Pasini	Amanda V. Braune Alvarez
Fundação Oswaldo Aranha	José Marcos Rodrigues Filho	-
Instituto Federal Fluminense	Maurício Gonçalves Ferrarez	Luiz Gustavo Lourenço
Instituto Mauá de Tecnologia	Marcelo Nitz	-
Instituto Militar de Eng	Carlos Luiz Ferreira	Gabriel Elmor Filho
Instituto Nacional de Tecnologia	Guilherme A. Barucke Marcondes	Antônio A. Ferreira Junior
Pontifícia Universidade Católica do Paraná	Ricardo José Bertin	-
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro	Leila Maria Castro Vilela	Luiz F. C. Ramos Martha
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	Claudio Luis Frankenberg	-
Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial	Ricardo Luiz Ciuccio	Emilia S. Miyamaru Seo
Universidade de Brasília	Clóvis Neumann	Andréa Cristina dos Santos
Universidade de Pernambuco	Emerson A de Oliveira Lima	José R de Souza Cavalcanti
Universidade de Santos	Aureo Emanuel Pasqualetto Figueiredo	-
Universidade de São Paulo	Daniel Capaldo Amaral	Luciana Montanari
Universidade de São Paulo	José Aquiles B. Grimoni	Antonio Carlos Seabra
Universidade de Uberaba	Marco Antonio de Oliveira	Luis Cesar de Oliveira
Universidade de Vassouras	Bruno Morais Lemos	Enilson Salino Braga

Universidade do Extremo Sul Catarinense	Angela Beatriz Coelho Arnt	Marta V. G. Souza Hoffmann
Universidade Estadual de Campinas	Marco A. Garcia de Carvalho	Tiago Zenker Gireli
Universidade Estadual do Rio de Janeiro	Júlio César da Silva	-
Universidade Federal de Campina Grande	Gutemberg G. dos Santos Júnior	Maurício B. Rossiter Corrêa
Universidade Federal de Itajubá	Rodrigo Silva Lim	Caio Fernandes de Paula
Universidade Federal de Pernambuco	Afonso H. Sobreira de Oliveira	Artur Paiva Coutinho
Universidade Federal de Rondônia	Fabricio Moraes de Almeida	Paulo T. Carvalho de Oliveira
Universidade Federal de Santa Maria	Damaris Kirsch Pinheiro	-
Universidade Federal de São Carlos	Rosineide G. da Silva Cruz	Moyses Naves de Moraes
Universidade Federal de Uberlândia	Antonio Carlos dos Santos	-
Universidade Federal do Ceará	Carlos Almir M de Holanda	Bruno Vieira Bertoncini
Universidade Federal do Espírito Santo	Alessandro Mattedi	-
Universidade Positivo	Patrícia Lizi de Oliveira Maggi	-
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	Alvaro Peixoto de Alencar Neto	-
Universidade Virtual do Estado de São Paulo	Waldomiro P D Carvalho Loyolla	-

Atividades realizadas após a constituição da Comissão Nacional – CN-DCNs:

- *Brasília/CNE, 12 de agosto de 2019 - Reunião da CN-DCNs*

Nesta reunião foram feitas apresentações pelos representantes da Coordenação Nacional acerca de aspectos das DCNs, que foram em seguidas debatidos na plenária e no final foram constituídas subcomissões para desenvolver os seguintes tópicos:

- Avaliação;
- Atribuição Profissional;
- Relação Universidade / Empresa
- Capacitação Docente;
- Tópicos das DCNs (demais componentes do PPC).

- *Brasília/CNE, 06 de setembro de 2019 – Reunião da Coordenação da CN-DCNs*

As discussões iniciais permitiram concluir que a CN-DCNs deve trabalhar sobre quatro eixos principais:

- Proposição de diretrizes para a Implantação das novas DCNs;
- Mobilização para discutir e implantar as novas DCNs;
- Elaboração de uma proposta de Avaliação (de cursos, de desempenho de estudantes e autoavaliação) que contemple a diversidade contida na concepção que norteia as novas DCNs;
- Definição de propostas para a definição de uma política de modernização contínua na formação em Engenharia com base nas novas DCNs.

Ficou definido que a Coordenação deve organizar um documento para orientar a implementação das DCNs com base nos insumos gerados pelas subcomissões:

- Documento de Apoio para a implantação das novas DCNs nos cursos de graduação em Engenharia;

- Proposta de avaliação de cursos, de estudantes e de autoavaliação.

Além disso, as Subcomissões foram renomeadas e melhor definidas em termos de documentos a serem elaborados:

- I. Desenho do Projeto Pedagógico de Curso;
- II. Avaliação da Aprendizagem e Gestão do Projeto Pedagógico;
- III. Capacitação do Corpo Docente;
- IV. Interação da Instituição com o Ambiente do Trabalho;
- V. Atribuição Profissional.

- *Fortaleza, 17 de setembro de 2019 - COBENGE 2019*

O COBENGE de Fortaleza foi bastante voltado para a implantação das novas DCNs. O Fórum de Gestores (17/09) e as Plenárias trataram de temas relacionados às DCNs.

- *São Paulo/INSPER, 17 de outubro de 2019 – Reunião da Coordenação das CN-DCNs*

Nesta reunião estiveram presentes os coordenadores das cinco Subcomissões e apresentaram relatório do andamento dos trabalhos em cada uma.

- Desenho do Projeto Pedagógico de Curso - Luciana Montanari (EESC-USP);
- Avaliação da Aprendizagem e Gestão do Projeto Pedagógico de Curso - Patrícia Lizi de Oliveira Maggi (Univ Positivo);
- Capacitação do Corpo Docente - Octavio Mattasoglio (ABENGE);
- Interação Instituição e Ambiente de Trabalho - Zil Miranda (CNI/MEI);
- Atribuição Profissional - Jorge Bitencourt (CONFEA).

- *Brasília/CNE, 25 e 26 de novembro de 2019 – Reunião da Coordenação e da CN-DCNs*

No dia 25/nov houve a reunião da Coordenação da CN-DCNs e no dia 26/nov houve a reunião da CN-DCNs, na parte da manhã houve a plenária e na parte da tarde foram constituídos grupos para discussão nas subcomissões.

Nesta reunião ficou definido que as Subcomissões deveriam concluir os seus relatórios até o dia 31 de janeiro de 2020.

Os Professores Fabio do Prado (FEI) e Irineu Giansesi (INSPER) ficaram com a incumbência de coordenar a consolidação do Relatório-Síntese, com base nas contribuições vindas das Subcomissões da CN-DCNs.

Ficou ainda definido que seria emitido um convite para as IES que tiverem criado a sua comissão local de implantação das novas DCNs, poderiam indicar representante para a CN-DCNs.

- *31 de janeiro de 2020*

Todas as subcomissões enviaram o seu relatório.

- *Brasília/CNE, 20 de fevereiro de 2020 – Reunião da Coordenação da CN-DCNs*

Nesta reunião foi discutido formato do documento de referência e elaborada uma proposta de calendário para a conclusão dos trabalhos, culminando no presente relatório, que subsidia o “Documento de Apoio à Implantação das Novas DCNs do Curso de Graduação em Engenharia”.

COLABORADORES

Coordenação Geral

CNE	Luiz Roberto Lisa Curi - Presidente
ABENGE	Vanderli Fava de Oliveira - Presidente
CONFEA	Osmar Barros Júnior – Presidente em exercício
CNI/MEI	Gianna Sagazio - Diretora de Inovação

Organização

Consolidação dos relatórios das Subcomissões	Irineu Giansesi (INSPER) Fabio Prado (FEI)
Apresentação e resumo das atividades da CN-DCNs	Vanderli Fava de Oliveira

Subcomissões que elaboraram os relatórios temáticos

I – Desenho para Desenvolvimento de Currículos de Engenharia	
Coordenação	Luciana Montanari (EESC-USP)
Relatoria	Alessandro Mattedi (CT-UFES)
Participantes	Carlos Luiz Ferreira (IME) Cintia Tavares do Carmo (ABEPRO e IFES) Claudio Luis Frankenberg (PUC-RS) Gil Eduardo Guimarães (ABEPRO e UNICRUZ) Irineu Giansesi (INSPER) Leila Maria Castro Vilela (PUC-Rio) Luciana Montanari (EESC-USP) Marco Antônio de Oliveira (UNIUBE) Regis Pasini (FAAP) Ricardo Luiz Ciuccio (SENAC-SP) Rodrigo Silva Lima (UNIFEI) Rosineide Gomes da Silva Cruz (UFSCAR) Vagner Cavenaghi (ABENGE) Vera Lúcia Donizeti de Sousa Franco (FORDIRENGE e UFU)
II – Avaliação da Aprendizagem e Gestão do Projeto Pedagógico	
Coordenação	Patrícia Lizi de Oliveira Maggi (Universidade Positivo)
Relatoria	Roberto Baginski Batista Santos (FEI)
Participantes	Aecio Lira (FEAMIG) Ângela Beatriz Coelho Arnt (UNESC) Carlos Almir Monteiro de Holanda (CT-UFC) Clóvis Neumann (FT-UNB) Débora Mallet (INSPER) Gil Eduardo Guimarães (ABEPRO e UNICRUZ) Gutemberg Gonçalves dos Santos Júnior (UFCG) José Marcos Rodrigues Filho (UNIFOA) Luiz Paulo Brandão (ABENGE e IME)

	Maurício Gonçalves Ferrarez (IFF-Campos) Tatiana Gesteira de Almeida Ferraz (SENAI/CIMATEC) Vera Lúcia Franco (FORDIRENGE e UFU)
III – Interação entre Instituição de Ensino Superior e Ambiente de Trabalho	
Coordenação	Zil Miranda (CNI/MEI)
Participantes	Alessandro Mattedi (UFES) Arthur Paiva Coutinho (UFPE) Bruno Morais Lemos (Universidade de Vassouras) Gil Eduardo Guimarães (ABEPRO e UNICRUZ) Guilherme Augusto Barucke Marcondes (INATEL) Gutemberg Gonçalves dos Santos Júnior (UFCG) Jose Aquiles Baesso Grimoni (POLI-USP) Luiz Fernando Martha (PUC-RJ) Marcello Nitz (MAUÁ) Patrícia Maggi (Universidade Positivo) Regis Pasini (FAAP) Roberto Baginski Santos (FEI)
IV – Capacitação Docente	
Coordenação	Octavio Mattasoglio Neto (ABENGE e MAUÁ)
Relatoria	José Aquiles Baesso Grimoni (POLI-USP)
Participantes	Afonso Henrique Sobreira de Oliveira (UFPE) Fábio Orfali (INSPEP) Marília Rios de Paula (AEDB) Waldomiro Loyolla (ABED e UNIVESP)
V – Atribuição Profissional	
Coordenação	Jorge Luiz Bitencourt da Rocha (CONFEA)
Participantes	Cristina de Abreu Silveira (CREA-BA e IFBA) Damaris Kirsch Pinheiro (UFMS) Everlei Câmara (CREA-PR e UNIPAR) Luiz Soares Correia (CREA-DF e UNIP) Osmar Barros Junior (CONFEA) Rafael Oliveira da Mota (CREA-RJ) Vanderli Fava de Oliveira (ABENGE)

Este relatório sintetiza o trabalho realizado por essas cinco Subcomissões. Trata-se de um documento com características orientativa e formativa em relação aos diversos tópicos que constituem a Resolução, os quais devem ser considerados nas Instituições de Educação Superior (IES) para a implantação dessas novas DCNs nos seus cursos de Engenharia.

É importante esclarecer que este texto não tem características de manual, guia ou roteiro para implantação dessas novas DCNs, nem tampouco, pretende-se que seja um documento diretivo determinando linhas específicas de construção de Projetos Pedagógicos de Cursos (PPCs). Deve-se ressaltar que estas novas Diretrizes são significativamente flexíveis e permitem a elaboração de PPCs inovadores para os cursos de Engenharia. É importante alertar, também, que os novos Projetos decorrentes dessas novas Diretrizes, se implantados somente para as novas turmas, só surtirão efeitos práticos cinco anos depois do início da implantação, com as primeiras levas de egressos, o que exigirá das comissões locais de implantação atenção com cenários futuros da Engenharia.

2 INTRODUÇÃO

Um dos caminhos para que o Brasil possa alcançar melhores posições nos rankings internacionais de competitividade e de inovação é promovendo a formação de engenheiros com sólida qualificação técnico-científica, dotados das habilidades necessárias para a criação e melhoria de produtos e processos inovadores, na fronteira do conhecimento.

A Resolução 48/76 do Conselho Federal de Educação, que fixa os mínimos de conteúdo e de duração do curso de graduação em Engenharia e define suas áreas de habilitação, foi durante décadas a referência para os projetos pedagógicos das Instituições de Ensino no Brasil (IES). Focada em currículos mínimos com disciplinas obrigatórias para cada curso, indicava conteúdos e carga horária exigidos. Com isso havia um engessamento dos cursos, sem, todavia, tratar da questão das competências, que envolvem também habilidades e atitudes.

A resolução CNE/CES 11/2002 mudou o paradigma de currículos por conteúdos mínimos para currículos por competências, sem definir claramente como implementar e avaliar um processo de aprendizagem dessa natureza.

As novas diretrizes dos cursos de graduação em engenharia no Brasil - Resolução CNE/CES nº 02/2019, promulgadas em 24 de abril de 2019 (BRASIL, 2019), afirmam explicitamente que os programas dos cursos de engenharia expressos em seus projetos pedagógicos e em seus currículos devem ser focados em competências, estabelecendo modos de implementação e de avaliação sobre como desenvolver tais competências ao longo do curso, e em que nível de proficiência.

As novas diretrizes são um meio de resposta às transformações pelas quais passam a sociedade global, que experimenta um período de mudanças profundas nas formas de produção, de consumo e de relacionamento. As tecnologias de informação e comunicação (TICs) estão na base dos novos hábitos e processos, abrindo caminho para o que se denomina de revolução digital. Fazem parte desta revolução a maior automação e robotização das empresas, difusão da aplicação do *machine learning*, criação de um enorme mercado de serviços via aplicativos com impacto sobre a socialização, locomoção e comunicação entre as pessoas. É comum encontrar ainda menção ao crescente uso da inteligência artificial, *big data* e computação em nuvem, expansão de redes 5G, novas aplicações da medicina de precisão, adoção de cada vez mais formas de realidade virtual como simulações e treinamentos nas diversas atividades, entre outras.

Essas mudanças colocam novos desafios para a educação superior. A primeira preocupação é quanto à necessidade de capacitar recursos humanos capazes de atuar com eficiência nesse novo contexto. O domínio de conhecimento em programação, em segurança da informação, em armazenamento e tratamento de grande volume de dados, por exemplo, será cada vez mais demandado.

No relatório do Fórum Econômico Mundial, *The Future of Jobs: Centre for the New Economy and Society* (WEF, 2018), ao lado de várias habilidades comportamentais como criatividade, iniciativa e pensamento crítico, destaca-se a importância atribuída às competências associadas à tecnologia, como projeto e programação.

No Brasil, a necessidade de qualificação de pessoal para lidar com novos processos tecnológicos e de produção nas empresas foi destaque no *Mapa do Trabalho Industrial 2019-2023*, elaborado pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). Com base em cenários da economia e desempenho dos setores produtivos, o estudo faz projeções sobre demandas por perfis específicos de trabalhadores na

indústria, com o objetivo de orientar a oferta de cursos do Sistema. Segundo o estudo, as ocupações com expectativa de crescimento acelerado estão relacionadas à tecnologia, tanto de pessoal de nível técnico quanto de superior, são citados como exemplos de perfis em alta: condutores de processos robotizados (crescimento de 22%), pesquisadores de engenharia e tecnologia (17,9%), engenheiros de controle e automação, engenheiros de mecatrônica e afins (14,2%), diretores de serviços de informática (13,8%) e operadores de máquinas de usinagem CNC (13,6%).

Reportagem publicada pelo jornal *Valor Econômico* - *Sobram vagas para talentos especializados em tecnologia*, por Marina Falcão (VALOR, 14/10/2019), corrobora essas perspectivas ao citar a grande procura por profissionais de tecnologias da informação encabeçada pelo Porto Digital, em Recife. Segundo informado, a demanda por programadores disparou nos últimos anos e a conta não fecha. Citando como fonte dados da Associação Brasileira de Empresas de Tecnologia da Informação e Comunicação (Brasscom), a matéria relata a formação de 46 mil pessoas por ano em cursos de tecnologia (técnico e superior no país). Entretanto, o jornal afirma que para atingir a meta de dobrar o setor de software e serviços até 2024, seria necessário formar pelo menos 70 mil profissionais por ano.

Considerando esse cenário, as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) buscam contribuir para o alinhamento entre a formação de Engenheiros no Brasil e os novos paradigmas tecnológicos, econômicos e sociais. Nesse sentido, colocam uma série de desafios, a maior parte deles de natureza institucional e político-pedagógica. Sem a pretensão de esgotar o tema, nem tampouco substituir o texto das Diretrizes, principal fonte de orientação nesse processo que ora se inicia, o presente documento visa apoiar as escolas e cursos de Engenharia, ao trazer referências e propor alguns caminhos para sua implantação.

A seguir, contextualiza-se os cinco eixos temáticos em torno dos quais se concentram as orientações e mudanças propostas pela novas DCNs.

2.1 DESENHO DO PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO

O Projeto Pedagógico do Curso (PPC) é o instrumento legal que estabelece as atividades definidoras do perfil do egresso de cada instituição, norteando o desenvolvimento do curso. Deve ser construído de forma ampla, transparente, realista e com qualidade, embasando decisões referentes ao ato educativo e orientando as ações relacionadas à formação.

O PPC deve explicitar as diretrizes políticas, filosóficas, científicas e pedagógicas voltadas à melhoria da qualidade do ensino, da pesquisa e da extensão desenvolvidos no curso, declarando o compromisso institucional de toda a comunidade do curso. Tanto a construção quanto a modificação de um PPC deve ser feita coletivamente, e resultar de um diálogo crítico e contínuo entre o corpo docente, técnicos em educação, estudantes e gestores, tendo por base as orientações emanadas pelas novas DCNs dos cursos de graduação em Engenharia.

Espera-se que as ações do PPC motivem os estudantes a se engajarem no seu próprio processo formativo, agora baseado em competências, alinhando-se ao novo paradigma do mercado e da sociedade, respeitando as especificidades de cada instituição.

Como ações de curto e médio prazos, espera-se aumentar a integração entre a academia e o mercado de trabalho, aproximando as IES do setor empresarial e, assim, estimulando melhorias no processo de definição das atribuições profissionais por parte do Conselho Federal de Engenharia e Arquitetura (Confea)

e seus regionais (CREA), que também precisarão dialogar com o PPC, conforme estabelece a Resolução N° 1.073, de 19 de abril de 2016.

Com a adoção das ações supracitadas espera-se que o curso de Engenharia viabilize:

- Formação por competência com o objetivo de atender as demandas por inovação de processos e de produtos e, conseqüentemente, a melhoria dos indicadores nacionais de desenvolvimento econômico e de inovação;
- Formação de engenheiros capacitados para a solução de problemas reais da sociedade, com rapidez e efetividade;
- Contribuição da Engenharia para a redução do desemprego e das desigualdades sociais, mediante a participação de engenheiros na solução de questões sociais concretas; e
- Participação ativa dos engenheiros também na política.

A flexibilidade e a diversidade das novas DCNs, orientam no sentido da integração da teoria com a prática, e do ensino com a pesquisa. Representam, portanto, uma oportunidade para a proposição de novas organizações curriculares nas Engenharias. Os novos PPCs devem alinhar experiências acumuladas do corpo docente com o desenvolvimento de competências nos egressos dos cursos, levando-se em consideração as especificidades regionais e institucionais. O PPC deve ainda dialogar com o Projeto de Desenvolvimento Institucional (PDI) das IES. Algumas mudanças na gestão institucional, tornam-se fundamentais para promover e garantir o sucesso na implantação das novas DCNs. A seguir, algumas questões-chave:

- Envolvimento dos professores no processo de redesenho, implementação, avaliação e revisão dos PPCs, o que demanda além de sólida formação em suas respectivas áreas de atuação, domínio das premissas do processo de aprendizagem;
- Novo perfil de coordenador, com um olhar acadêmico e pedagógico, mas também portador das competências almejadas nos egressos, tais como liderança, visão empreendedora e holística;
- Capacitação docente para prover os professores de conhecimento e experiência prática relacionados à aprendizagem ativa, exigida pelas novas DCNs;
- Adequações e investimento em infraestrutura usada no ensino com vistas à intensificação da aprendizagem ativa, tais como: novos ambientes de ensino e aprendizagem, melhorias dos laboratórios para projetos integrados, material didático adequado, etc;
- Gestão de avaliação do aluno e do processo de aprendizagem orientado por competências no lugar da visão conteudista;
- Interação permanente entre a academia e mercado de trabalho, desde o desenho do PPCs e durante todas as etapas do processo formativo do aluno.

2.2 AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM E GESTÃO DO PROJETO PEDAGÓGICO

As novas DCNs orientam os cursos para o desenvolvimento de competências. Especificamente, em seu artigo 6º, preveem que a graduação em Engenharia deve possuir projeto pedagógico que:

“Contemple o conjunto das atividades de aprendizagem e assegure o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso. Os PPCs devem especificar e descrever claramente:

(...)

“VII - a sistemática de avaliação das atividades realizadas pelos estudantes;

VIII - o processo de autoavaliação e gestão de aprendizagem do curso que contemple os instrumentos de avaliação das competências desenvolvidas e respectivos conteúdos, o processo de diagnóstico e a elaboração dos planos de ação para a melhoria da aprendizagem, especificando as responsabilidades e a governança do processo;” (Brasil, 2019).

Visando assegurar o desenvolvimento das competências desejáveis nos egressos, o documento recomenda em seu parágrafo 11, inciso VIII, Art. 6:

“devem ser definidas as ações de acompanhamento dos egressos, visando à retroalimentação do curso” (Brasil 2019)“.

Finalmente, o artigo 13, específico sobre a avaliação dos estudantes, afirma sobre a avaliação:

“deve ser organizada como um reforço, em relação ao aprendizado e ao desenvolvimento das competências” (Brasil, 2019).

Passando, em seguida, no mesmo artigo às seguintes prescrições:

§ 1º As avaliações da aprendizagem e das competências devem ser contínuas e previstas como parte indissociável das atividades acadêmicas.

§ 2º O processo avaliativo deve ser diversificado e adequado às etapas e às atividades do curso, distinguindo o desempenho em atividades teóricas, práticas, laboratoriais, de pesquisa e extensão.

§ 3º O processo avaliativo pode dar-se sob a forma de monografias, exercícios ou provas dissertativas, apresentação de seminários e trabalhos orais, relatórios, projetos e atividades práticas, entre outros, que demonstrem o aprendizado e estimulem a produção intelectual dos estudantes, de forma individual ou em equipe.”

2.3 CAPACITAÇÃO DOS DOCENTES DOS CURSOS DE ENGENHARIA

A ação desenvolvida pelo Conselho Nacional de Educação (CNE) para implementação das novas DCNs, tem como um de seus objetivos estabelecer políticas de capacitação docente, atendendo especificamente ao exposto no artigo 14, do documento:

Art. 14. O corpo docente do curso de graduação em Engenharia deve estar alinhado com o previsto no Projeto Pedagógico do Curso, respeitada a legislação em vigor.

§ 1º O curso de graduação em Engenharia deve manter permanente Programa de Formação e Desenvolvimento do seu corpo docente, com vistas à valorização da atividade de ensino, ao maior envolvimento dos professores com o Projeto Pedagógico do Curso e ao seu aprimoramento em relação à proposta formativa, contida no Projeto Pedagógico, por meio do domínio conceitual e pedagógico, que englobe estratégias de ensino

ativas, pautadas em práticas interdisciplinares, de modo que assumam maior compromisso com o desenvolvimento das competências desejadas nos egressos.

§ 2º A instituição deve definir indicadores de avaliação e valorização do trabalho docente nas atividades desenvolvidas no curso.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), em seu Capítulo VI, art. 67, item III, já trazia orientação nesse sentido, tendo sido reforçada pelas novas DCNs, em seu parágrafo 1o, art. 14, com relação à necessidade de formação e desenvolvimento permanentes dos professores de Engenharia também nas questões de docência e não apenas de sua área específica de atuação.

Por isso, o presente documento se concentra neste eixo temático em apresentar sugestões de políticas de capacitação docente, alinhadas ao PPC, capazes de viabilizar o planejamento e a implementação das novas DCNs no que diz respeito ao corpo docente.

2.4 INTERAÇÃO ENTRE INSTITUIÇÃO DE ENSINO E AMBIENTE DO TRABALHO

As novas tendências seguidas por universidades de elevado padrão em todo mundo, apontam para uma aproximação crescente entre teoria e prática, com o objetivo de tornar a educação escolar mais efetiva na superação de desafios da sociedade e na geração de riqueza. Dois cursos da escola de engenharia de Harvard, nos Estados Unidos, exemplificam a maior preocupação com a interface entre tecnologia e aplicação ou tecnologia e sociedade: de um lado, "Projetos de *Design Humanitários*" (*Humanitarian Design Projects*) (<https://bit.ly/39Kpn1R>), focados na criação de soluções tecnológicas para resolver problemas reais da sociedade, e de outro, "Solucionando Dilemas Tecnológicos Públicos" (*Solving Tech's Public Dilemmas*) (<https://bit.ly/2QQduPt>), em que os alunos discutem desafios e oportunidades abertas pelas tecnologias disruptivas, a exemplo do carro autônomo, despertando para o alcance dos debates e impactos da tecnologia sobre questões de regulamentação e emprego, entre outros. Tendo em vista a preocupação com a criação de soluções para os usuários finais, assume-se que, cada dia mais, "o engenheiro está se tornando um mediador entre os especialistas técnicos e a vida cotidiana." (Aldert Kamp, 2016).

Parte do esforço em oferecer a qualificação adequada, que combine teoria e prática e aumente as chances de inserção profissional no mercado, envolve a construção de diálogo permanente entre instituições de ensino e empresas. Por isso, a valorização da interação entre esses atores aparece entre as principais tendências de ensino nas Engenharias, conforme apontado pelo estudo do *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), *The global state of the art in engineering education* (Graham, 2018).

O levantamento do MIT traz exemplos de interação universidade-empresa que contribuem para uma formação mais contextualizada, onde os alunos têm a oportunidade de se envolver com problemas típicos de engenharia. Entre as experiências relacionadas, destacam-se:

- University College London - UCL (Inglaterra): implantou o Programa de Engenharia Integrado, no qual os alunos participam dos *Scenários* que ocorrem em ciclos de cinco semanas. Passam quatro semanas desenvolvendo habilidades e conhecimentos que serão aplicados durante uma semana na solução de problemas reais trazidos pela indústria. À medida que os estudantes avançam no curso, os projetos apresentados ganham complexidade.
- Charles Sturt University – CSU (Austrália): criou um comitê consultivo externo do programa de engenharia, com parceiros da indústria, do governo local e organizações sociais. O CEO da iniciativa

Engineers Without Borders Australia foi indicado para liderar o comitê consultivo, mostrando o interesse em enfatizar uma Engenharia centrada nos problemas humanos, sociais, inclusive.

- Singapore University of Technology and Design – SUTD (Cingapura): o aluno deve cumprir um estágio de no mínimo 16 semanas nas empresas e, nos últimos dois períodos, deve desenvolver um projeto multidisciplinar de final de curso em parceria com a indústria. Cada time trabalha em problemas reais de uma empresa parceira, sob o ponto de vista técnico e não técnico da solução, assim como na criação de um protótipo. A empresa detém a propriedade intelectual de eventuais ideias passíveis de registro e, em contrapartida, oferece mentorias semanais aos alunos participantes.
- Pontifical Catholic University (Chile): entre as atividades de interação com empresas está a disciplina *Research, Innovation and Entrepreneurship*, em que os alunos do 3º ano são organizados em times interdisciplinares para desenvolver soluções para problemas enfrentados pelo país nas áreas de habitação, resíduos e saúde.

Por reconhecer a importância do relacionamento entre instituições de ensino e organizações do mercado, as novas DCNs explicitam, em seu Capítulo III, artigo 6º, parágrafo 8º:

“§ 8º Deve-se estimular as atividades que articulem simultaneamente a teoria, a prática e o contexto de aplicação, necessárias para o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso, incluindo as ações de extensão e a integração empresa-escola.”

Diversas IES já desenvolvem atividades nessa linha, seja com empresas do setor industrial, de serviços, do agronegócio, seja com prefeituras ou outras organizações governamentais ou privadas, que demandam conhecimentos em engenharia para a resolução de problemas. Por isso, este capítulo apresentará iniciativas exitosas dessa natureza, plenamente institucionalizadas, com base nas quais serão feitas recomendações com o objetivo de disseminar essas práticas nos cursos de graduação.

2.5 ATRIBUIÇÃO PROFISSIONAL

As diversas atividades previstas no processo formativo devem contemplar os itens do artigo 1º da resolução 218, 29 de junho de 1973, a qual discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia e Agronomia (Confea, 1973) e atende ao disposto na alínea "b" do artigo 6º e parágrafo único do artigo 84 da Lei nº 5.194, de 24 de dezembro de 1966:

“Art. 1º - Para efeito de fiscalização do exercício profissional correspondente às diferentes modalidades da Engenharia e Agronomia em nível superior e em nível médio, ficam designadas as seguintes atividades:

Atividade 01 - Supervisão, coordenação e orientação técnica;

Atividade 02 - Estudo, planejamento, projeto e especificação;

Atividade 03 - Estudo de viabilidade técnico-econômica;

Atividade 04 - Assistência, assessoria e consultoria;

Atividade 05 - Direção de obra e serviço técnico;

Atividade 06 - Vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico;

Atividade 07 - Desempenho de cargo e função técnica;

Atividade 08 - Ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio e divulgação técnica; extensão;

Atividade 09 - Elaboração de orçamento;

Atividade 10 - Padronização, mensuração e controle de qualidade;

Atividade 11 - Execução de obra e serviço técnico;

Atividade 12 - Fiscalização de obra e serviço técnico;

Atividade 13 - Produção técnica e especializada;

Atividade 14 - Condução de trabalho técnico;

Atividade 15 - Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;

Atividade 16 - Execução de instalação, montagem e reparo;

Atividade 17 - Operação e manutenção de equipamento e instalação;

Atividade 18 - Execução de desenho técnico.”

Esse eixo temático busca apresentar algumas recomendações sobre a descrição das atividades acima designadas e as áreas de atuação do egresso no Projeto Pedagógico de Curso, facilitando as Comissões de Educação e Atribuições Profissionais dos Creas - Ceaps regionais - na análise de concessão das atribuições profissionais, bem como outras informações entendidas necessárias para a compreensão das competências desenvolvidas no egresso.

3 DESENHO DO PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE ENGENHARIA

3.1 PERFIL DO EGRESSO

A especificação do perfil desejado para o egresso de um curso tem sido elemento obrigatório nos projetos pedagógicos. A definição do perfil do egresso deve garantir coerência embasada entre todos os seus elementos, e estar alinhada às novas DCNs, tendo as competências como eixo condutor para a elaboração do texto do PPC. Essa coerência é explicitada no PPC pelo seguinte fluxo:

- O perfil do egresso se desdobra em competências gerais e específicas;
- As competências derivam em habilidades e conteúdos associados a cada uma delas;
- As habilidades se desdobram nos
- dos elementos curriculares, em cada uma das trilhas formativas.

O perfil traçado para o egresso deve estar ainda em conformidade com os objetivos e metas propostos no PDI, atendendo a missão da IES, bem como considerando a realidade concreta do campo de atuação do futuro profissional, tendo em vista as diversas possibilidades de inserção no mercado de trabalho e as expectativas sociais com relação a um engenheiro.

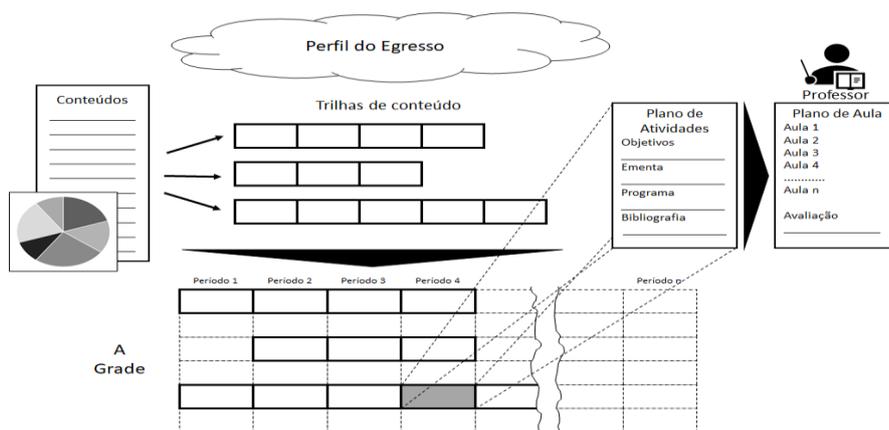
3.2 PROCESSO FORMATIVO

As novas DCNs têm o propósito de promover uma formação de engenheiros mais generalistas, humanistas e críticos para atuarem com capacidade técnica, responsabilidade social e ética, apostando num desenho curricular que prioriza a formação por competências.

3.2.1 ORGANIZAÇÃO CURRICULAR

A **forma convencional de desenhar currículo**, de maneira geral, vê a formação do estudante como resultado da acumulação de conteúdos (Figura 1).

Figura 1 - Representação da abordagem tradicional de desenho de currículos



Fonte: GIANESI, I.G.N.; de ANGELO, D.M.P; MASSI, J.M. **Formação de Professores: desenho e disciplinas e cursos para a garantia da aprendizagem.** São Paulo, Atlas, 2020.

Os conteúdos podem tanto atender documentos regulatórios, como as diretrizes curriculares, quanto serem definidos com base no entendimento do grupo responsável pelo desenho curricular. Pode ser uma lista detalhada ou agrupada por áreas de conhecimento, vinculadas a um percentual específico de carga horária total do curso. Tais decisões, entretanto, deveriam estar orientadas pelo Perfil do Egresso, ou seja, pelas características e competências desejadas na formação do aluno, ao finalizar o programa. O que se percebe, no entanto, é uma baixa conexão entre o perfil do egresso expresso em documentos oficiais dos cursos, e o conjunto de conteúdos priorizados, em geral insuficientes para o desenvolvimento das competências descritas.

Os conteúdos priorizados e o conhecimento da estrutura curricular – a chamada “grade”, se desdobram em trilhas formativas, verificando-se a sequência lógica de apresentação do conteúdo e eliminando sobreposições. Como normalmente a “grade” não é suficiente para todo o conteúdo que se deseja apresentar, são necessárias escolhas e priorizações. Com a “grade” completa, procura-se especificar cada uma de suas “caixas”, representadas pelas disciplinas ou elementos curriculares. Esta especificação, na forma de um plano de atividades, também denominado plano de ensino ou ficha de disciplina, geralmente contém os objetivos de cada disciplina - o que será apresentado ao aluno, o conjunto de conteúdos a serem trabalhados e a bibliografia de referência. Em geral nenhuma referência é feita aos objetivos de aprendizagem, ou seja, o que os estudantes serão capazes de fazer ao final do curso. Disciplinas eletivas, atividades complementares, trabalhos de conclusão e estágios complementam o currículo.

O plano de atividades é geralmente o documento base utilizado pelo professor responsável por determinada disciplina, no qual se baseia para elaborar o plano de aula com a programação de cada um dos encontros com os alunos, a metodologia de ensino e a forma de avaliação. O plano de aula define o que vai acontecer de fato durante as aulas (presenciais ou não).

Esta abordagem convencional, embora muito utilizada, não garante o alinhamento entre o perfil do egresso e as atividades de ensino-aprendizagem responsáveis pelo desenvolvimento das competências desejadas, pois, além de saber o conteúdo, o estudante deveria saber como e quando utilizá-lo, aplicando-o na formulação e resolução de problemas reais de sua área de atuação.

A abordagem por competências para o desenho de currículo (Gianesi et al., 2020) é definida por duas características essenciais. A primeira está relacionada ao início do processo e ao que deve guiar o desenho do currículo. Se na abordagem convencional o início se dá pela escolha dos conteúdos, nesta nova abordagem o que vai guiar o desenho é o perfil do egresso, expresso pelas competências que se deseja desenvolver nos estudantes.

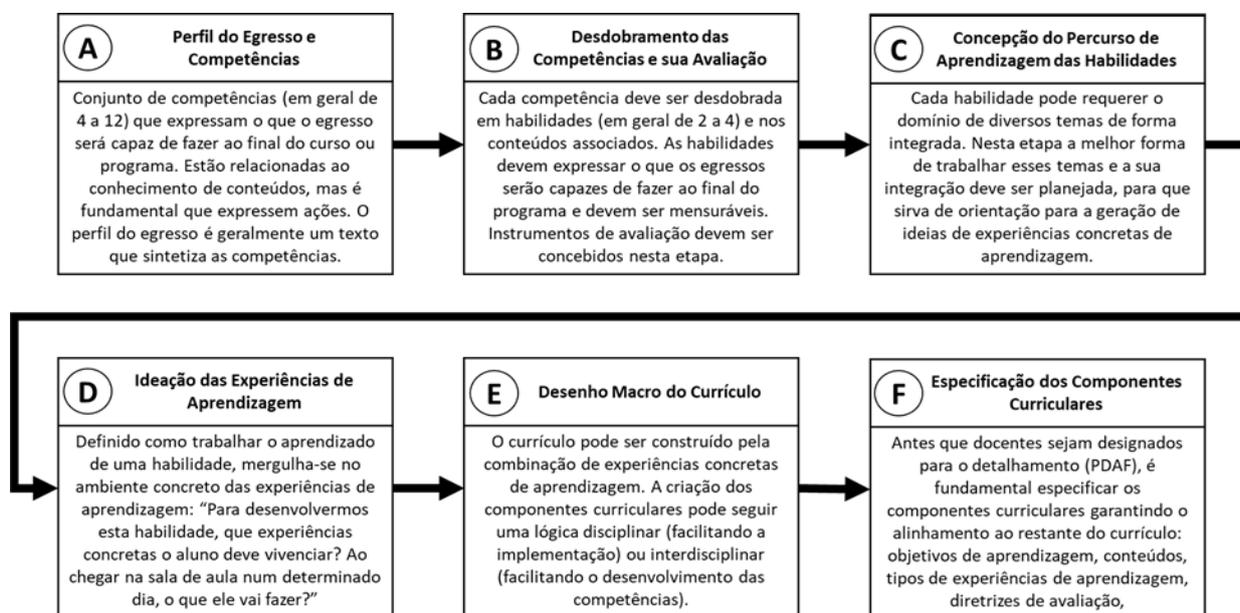
Além das competências gerais estabelecidas na Resolução CES/CNE/MEC Nº 2 de 24/04/2019 e das específicas agregadas de acordo com a habilitação ou ênfase do curso, pode ocorrer a necessidade de explorar outras competências ou, até mesmo, desdobrá-las para possibilitar a flexibilidade de trilhas de desenvolvimento do aluno ao longo do curso. Assim, cada PPC terá individualidade, preservando as tradições educacionais, a estrutura curricular, o regionalismo, a política institucional, os recursos humanos e financeiros disponíveis e a especificidade da IES, sem deixar de garantir uma formação adequada ao atual estágio da globalização.

O segundo elemento chave no desenho de um currículo estruturado por competências é o alinhamento do perfil do egresso às experiências de aprendizagem previstas no currículo. Na abordagem por competências, parte-se da premissa de que o aprendizado do estudante se dá pela utilização do conteúdo em situações concretas, nas quais seu desempenho será verificado. Isto significa que pensar nas experiências concretas

do estudante ao longo do curso é tão importante quanto escolher o conteúdo trabalhado em cada uma delas.

A Figura 2 ilustra o processo de desenho do currículo baseado em competências, de forma bastante resumida e em 6 etapas.

Figura 2 - Visão resumida da abordagem por competências para desenho de currículos



Fonte: GIANESI, I.G.N.; de ANGELO, D.M.P; MASSI, J.M. **Formação de Professores: desenho e disciplinas e cursos para a garantia da aprendizagem.** São Paulo, Atlas, 2020.

O processo de desenho começa pela definição do perfil do egresso, que se expressa pelo conjunto de competências **(A)** que se espera dos egressos do programa. Vale dizer que o conjunto de competências é mais importante que o perfil do egresso. Este último, que normalmente se encontra em documentos regulatórios e mercadológicos, é importante, mas pode ser escrito depois que se chega a uma definição das competências do egresso.

Cada uma das competências deve ser desdobrada em habilidades, além de elencarem os conteúdos fundamentais para cada uma delas **(B)**. Embora cada competência seja composta de conhecimentos, habilidades e atitudes, pensar o currículo para desenvolver habilidades e não apenas transmitir conteúdo é suficientemente complexo. Portanto, recomenda-se, que no início da adequação dos currículos às novas DCNs, seja dado ênfase aos conhecimentos e habilidades e, com o amadurecimento do processo, sejam acrescentadas as atitudes.

É importante esclarecer algo sobre conteúdos e competências. Competências são formadas por conhecimento dos conteúdos, adicionados de habilidades de uso deste conhecimento e de atitudes ao fazê-lo. Na verdade, o conhecimento dos conteúdos sem saber como aplicá-lo tem pouco valor. O aspecto revolucionário do aprendizado por competências está justamente na sua capacidade de desenhar estratégias para que o estudante seja capaz de utilizar adequadamente o conteúdo. Por isso, as competências devem ser desdobradas em conteúdos fundamentais e habilidades, para melhor estruturação dos currículos.

Examinando-se cada uma das habilidades formadoras de uma competência, é necessário definir como o aprendizado acontecerá ao longo do currículo **(C)**. Toma-se, como exemplo, uma determinada habilidade que englobe quatro temas de conteúdo a serem integrados: X, Y, Z e W. Esses quatro temas podem ser trabalhados de diferentes formas: apresentados sequencialmente e integrados ao final, ou integrados desde o início com níveis crescentes de complexidade, para citar algumas alternativas. Na Figura 2 **(C)** está representada uma alternativa para o desenvolvimento desta habilidade que é iniciado por estabelecer a integração entre conteúdos e sucessivamente aprofundar em cada um dos quatro temas, até desenvolver a habilidade completa no estudante. Essa é apenas uma das alternativas possíveis e, dependendo da habilidade, uma ou outra forma pode se mostrar mais adequada. Em geral, docentes especialistas nos temas relacionados à habilidade específica são os mais indicados para tomar essas decisões, mas precisam ser provocados a refletir sobre elas, algo que pode não ter ocorrido anteriormente, pensando principalmente na perspectiva do mais eficiente e atraente para o estudante.

A partir da definição conceitual sobre como trabalhar o aprendizado de uma habilidade, é fundamental levar isso para o ambiente das experiências de aprendizagem **(D)**. Isto significa perguntar: "Para iniciarmos o desenvolvimento desta habilidade, que experiências concretas o estudante deve vivenciar? Ao chegar na sala de aula num determinado dia, o que ele vai fazer?" A dinâmica é muito similar a de criar experiências de aprendizagem para uma disciplina e deve-se usar a criatividade para desenhar práticas que estimulem a motivação intrínseca do estudante na aprendizagem. Uma técnica bastante útil é iniciar pensando em experiências que os professores estão acostumados a realizar (chamadas de "*pé no chão*"), como aulas expositivas, ou dialogadas, discussões, resoluções de exercícios, entre outros, para então partir para experiências que realmente desafiem os alunos, ainda que pareçam impossíveis de realizar na sala de aula ou mesmo fora dela. São experiências que podem ser qualificadas como malucas, impossíveis ou "*estratosféricas*". Uma vez que se tenha uma quantidade razoável de experiências de aprendizagem nesta categoria, pode-se tratar de analisar cada uma delas e adaptá-las para torná-las possíveis. As experiências resultantes, chamadas de "*céu azul*", junto com as classificadas como "*pé no chão*", podem formar a base das experiências de aprendizagem necessárias ao desenvolvimento da habilidade em questão.

Naturalmente, ao inovar nessa área, algumas ideias poderão ser realizadas logo no início do currículo e outras vão requerer que o estudante adquira conhecimentos prévios para participar. Assim, pode-se dispor as ideias de experiências numa linha do tempo do curso. Ao realizar este processo para cada uma das habilidades formadora de cada competência, é possível pensar em um conjunto de elementos curriculares compostos por experiências de aprendizagem.

A construção do currículo **(E)** pode, então, ser feita com base no conjunto de ideias de experiências de aprendizagem. O conjunto de todas as ideias que podem ser executadas no início do currículo devem ser utilizadas para compor os elementos curriculares ou disciplinas do primeiro período e assim sucessivamente.

Ao criar esses elementos, pode-se originar uma abordagem mais "disciplinar", agrupando experiências relacionadas a conteúdos de uma determinada área do conhecimento, ou partir para uma abordagem mais "interdisciplinar", juntando experiências que permitam ao estudante estar mais próximo dos fenômenos reais, facilitando a integração de diferentes conteúdos. A primeira abordagem, ainda que possa ser menos eficaz em termos de aprendizagem, tende a ser a preferida pela maior facilidade em alocar docentes especialistas em determinadas áreas do conhecimento. A segunda, requer docentes mais generalistas, capazes de integrar conteúdos de diferentes áreas num único elemento curricular ou disciplina.

Uma vez construída a estrutura do currículo, é fundamental que o alinhamento entre competências, habilidades e experiências de aprendizagem não se perca, ao se alocar professores responsáveis pelas respectivas disciplinas. Para isso, além de envolver os docentes na medida do possível nas etapas anteriores do processo, é fundamental que o plano de atividades **(F)**, que define cada uma das disciplinas ou elementos curriculares, inclua os elementos a seguir, de modo a guiar o desenho da disciplina e a programação do plano de ensino:

- A ementa descreve o conteúdo resumido da disciplina ou elemento curricular;
- O plano de atividades deve descrever objetivos de APRENDIZAGEM da disciplina em termos do que os estudantes deverão ser capazes de fazer ao seu término. Esses objetivos, por sua vez, devem estar vinculados às habilidades as quais determinada disciplina está relacionada;
- Os conteúdos trabalhados devem estar associados a experiências de aprendizagem;
- Os tipos de experiências de aprendizagem ofertados na disciplina, fruto do que foi gerado na etapa (D). Esse requisito deve guiar a construção das dinâmicas de ensino-aprendizagem, quando o desenho da disciplina for feito;
- Diretrizes para o processo de avaliação de aprendizagem, alinhadas às experiências de aprendizagem e aos objetivos;
- A bibliografia de referência dos conteúdos;

As disciplinas eletivas, atividades complementares, trabalhos de conclusão e estágios complementam o currículo.

3.2.2 AVALIAÇÃO COMO PROCESSO DO APRENDIZADO

As avaliações dos estudantes deverão basear-se nas competências desejadas (conhecimentos, habilidades e atitudes) a serem desenvolvidas, tendo como referência as novas DCNs. Por meio do acompanhamento do processo de aprendizado é possível verificar avanços e dificuldades. Nesse sentido, os novos PPCs devem conter elementos que priorizem:

- A compreensão por parte do estudante sobre como será avaliado, entendendo todo o processo avaliativo proposto, pois a atitude do aluno em relação ao aprendizado é diretamente associada ao seu entendimento sobre como será avaliado;
- A avaliação do aprendizado de cada unidade curricular como parte do processo de aprendizagem dos estudantes, alinhando a metodologia aos objetivos de aprendizagem das unidades curriculares;
- A previsão de diretrizes balizadoras do processo avaliativo dos estudantes para que a avaliação seja empregada como instrumento de aprendizado;
- A avaliação do desempenho do estudante (provas, trabalhos, notas) de acordo com os princípios da metodologia de ensino/aprendizagem empregada.

O Capítulo 4 detalha a avaliação da aprendizagem no contexto da formação por competências.

3.3 ESTRATÉGIAS DO PROCESSO FORMATIVO

Dentre os objetivos das novas DCNs está a estruturação de modelos inovadores de formação que favoreçam a flexibilidade e a diversidade de componente curriculares, estimulando a integração entre a

teoria e a prática, por meio de metodologias de ensino/aprendizagem ativas e de espaços de aprendizagem adequados com apoio didático-pedagógico apropriado. A flexibilização curricular também ocorre por meio de atividades acadêmicas complementares e de extensão, permitindo a participação dos estudantes na construção de seu próprio currículo e incentivando formas diversificadas e interdisciplinares de conhecimento. A seguir, são descritas algumas estratégias de referência.

3.3.1 METODOLOGIAS DE APRENDIZAGEM ATIVA

Com base nas novas diretrizes curriculares orienta-se a gradual substituição de processos de memorização e de transferência unidirecional e fragmentada de informações pela construção e significação de saberes, por meio do confronto com situações reais ou simuladas, que estimulem o desenvolvimento de capacidades crítico-reflexiva e de uma atitude de aprender a aprender nos alunos. Essa orientação pressupõe a redefinição do papel do professor e do estudante no processo de ensino-aprendizagem, de maneira que o profissional continue aprendendo ao longo da vida. Assim, é necessário que os novos PPCs destaquem ações e métodos que serão utilizados para construção do conhecimento e o desenvolvimento das competências com vistas a uma formação inovadora e empreendedora. Nesse sentido, é recomendado que:

- Os PPCs estabeleçam claramente como serão aplicadas as metodologias ativas no processo de aprendizagem;
- Os estudantes exerçam papel ativo, tornando-se protagonistas do processo de aprendizagem;
- Sejam estimuladas metodologias que visam desenvolver no estudante a capacidade de resolver problemas usando conhecimento multidisciplinar. O estudo baseado na problematização deve privilegiar atividades que incentivem o estudo individual e em grupo, o ensino tutorial centrado no estudante, o manejo de bancos de dados, o acesso a fontes bibliográficas e aos recursos de informática e outras técnicas pedagógicas;
- Estejam previstas atividades interdisciplinares e transdisciplinares (projetos de final de curso, estágios, projetos integrados, projetos de extensão, entre outros);
- O PPC deve estimular, dentre as diversas metodologias ativas disponíveis, aquelas que ativam e/ou que desenvolvem o pensamento crítico no processo de aprendizagem.

3.3.2 CAPACITAÇÃO DOCENTE

Recomenda-se que os professores compreendam a importância das metodologias de aprendizagem ativa para empregarem os recursos necessários, de modo a facilitar uma aprendizagem mais eficiente e eficaz. Nesse contexto, os professores devem desempenhar o papel de mediadores, tutores, consultores, facilitadores, avaliadores, gestores de unidades curriculares e de núcleos de apoio.

É necessária uma adequada capacitação docente, estimulada e amparada pela IES em metodologias de aprendizagem ativa, para o uso adequado dessas ferramentas, além de uma avaliação docente continuada. O corpo docente deve estar permanentemente em contato com as novas metodologias, conhecendo suas potencialidades, para que sejam capazes de aplicá-las. Mais que o treinamento nas novas ferramentas, a transformação motivada pelas novas DCNs exige uma mudança de cultura pedagógica.

O aprofundamento das práticas de capacitação docente para engenharia é abordado mais adiante, no Capítulo 4.

3.3.3 ESPAÇOS DE APRENDIZAGEM

Os cenários de aprendizagem são espaços destinados às atividades educacionais e ao apoio para professores e profissionais envolvidos com a formação e estudantes. A utilização de diferentes cenários de ensino-aprendizagem permitirá ao estudante conhecer situações variadas de organização e de prática do trabalho em equipe, além vivências multidisciplinares.

Os espaços de aprendizagem devem ser capazes de proporcionar a integração de todas as ações de ensino/aprendizagem, de modo que o estudante possa ser o protagonista na construção de seu perfil profissional.

Quando se trata do emprego de metodologias ativas no processo de ensino/aprendizagem é fundamental que os espaços sejam adequados, e isso nem sempre demanda altos investimentos financeiros. Uma sala de aula tida como “convencional”, pode se tornar um espaço adequado de aprendizagem, dependendo da metodologia utilizada. O importante é garantir que a formação por competências seja efetiva. Outro ponto a se considerar é que esse espaço pode ser presencial ou virtual.

Os espaços de aprendizagem devem permitir a realização de atividades práticas por parte dos estudantes do curso e servir de suporte às atividades complementares, de extensão e de pesquisa inerentes à suas especificidades.

A seguir, são definidas algumas formas de atividades práticas e/ou espaços de aprendizagem:

- **Presenciais:** espaços de aprendizagem convencionais e/ou atividades práticas realizadas *in loco* na IES em local adequado para as mesmas.
- **Virtuais:** espaços de aprendizagem e/ou atividades práticas realizadas por meio de softwares especializados.
- **Remotos:** atividades práticas realizadas, não por simulação, mas em tempo real em laboratórios especializados, de forma remota.
- **Itinerantes:** espaços de Aprendizagem com a possibilidade de mobilidade de seus equipamentos que podem ser utilizados em locais diferentes (*multi campi*).
- **Colaborativas:** em parcerias com instituições públicas ou privadas que cedem seus locais e equipamentos para realização de atividades práticas (não se classificam como visitas técnicas).

3.3.4 ACOLHIMENTO, NIVELAMENTO E ACOMPANHAMENTO

É importante que sejam preconizadas no PPC ações de acolhimento para promoção da permanência e êxito dos estudantes, bem como de nivelamento de conhecimentos básicos, quando for o caso. Quando programas de nivelamento forem necessários é determinante o emprego de metodologias ativas no processo de ensino/aprendizagem para conferir protagonismo ao estudante, de modo a provocar uma mudança de atitude frente à aprendizagem e o encorajamento para vencer as deficiências e dificuldades, colocando o estudante novamente em condições adequadas para prosseguimento dos estudos. Assim também, as ações de acompanhamento dos estudantes ao longo do curso deverão ser destacadas no PPC.

3.3.5 MATERIAL DIDÁTICO

O material utilizado no processo de ensino/aprendizagem deve estar de acordo com a proposta curricular declarada no PPC, e é por meio de material adequado a cada assunto desenvolvido que a área de conhecimento é caracterizada e o respectivo direcionamento pedagógico é alcançado.

A elaboração de materiais didáticos para aplicação na engenharia requer um embasamento teórico consistente, que atenda ao contexto da engenharia estudada, superando a mera documentação de conhecimentos. Assim os materiais didáticos devem oferecer uma interface otimizada e uma navegação não-linear que permita a autonomia e a eficácia do trabalho do estudante, e ao mesmo tempo, ofereça conteúdo de qualidade que o desafie a realizar atividades complexas.

O *design* instrucional ou qualquer outra ferramenta metodológica que favoreça o aprendizado por meio da organização dos recursos tecnológicos, de acordo com parâmetros e critérios específicos para o contexto do curso ou área do conhecimento, possibilita a aplicação de estratégias para uma melhor estruturação de materiais físico/digitais em ambientes de aprendizagem, tanto para o ensino presencial quanto à distância, uma vez que ambos podem ser mediados por ambientes virtuais.

A concepção e o desenvolvimento de um material didático digital, centrado no estudante e com foco no conteúdo, envolvem o *design* da interface, que deve ser baseado nas teorias do *design*, na percepção visual, nos conceitos de semiótica e, principalmente, nas abordagens da ergonomia. Para isso é necessária a formação de uma equipe multidisciplinar, a fim de atender os requisitos de *design* e aspectos pedagógicos, bem como infraestrutura e equipamentos, de modo que essas ações tenham efetividade na construção de competências.

O material didático para os cursos de engenharia pode incluir livros físicos ou digitais, materiais elaborados pelo próprio professor, artigos, resumos de conteúdo, ilustrações, vídeos, gráficos, infográficos, fotografias, sugestões de leituras complementares, dentre outros, que promovam a aprendizagem e facilitem a compreensão dos conteúdos.

3.3.6 ATIVIDADES COMPLEMENTARES

As atividades acadêmicas complementares (AACs) devem estar contempladas nos PPCs e contribuir para a flexibilização curricular, podendo ser desenvolvidas pelos estudantes por meio de participações comprovadas em atividades de ensino, pesquisa e extensão, ou de naturezas acadêmico-científico-culturais no âmbito das áreas correlatas aos cursos. As AACs devem permitir que os estudantes agreguem novos saberes ao seu próprio currículo, incentivando a produção diversificada e interdisciplinar do conhecimento.

Os Núcleos Docentes Estruturantes (NDEs) devem sugerir para compor os PPCs atividades complementares curriculares que fortaleçam o processo formativo por competências, tais como iniciação científica, competições, projetos integrados, projetos de extensão, atividades de voluntariado, visitas técnicas, desenvolvimento de protótipos, monitorias, atividades culturais e artísticas, participação em empresas juniores, incubadoras e outras atividades empreendedoras. É importante ressaltar que as AACs propostas, de acordo com a Resolução CES/CNE/MEC Nº 2 de 18 de junho de 2007, não devem ultrapassar 20% da carga horária total do curso.

3.3.7 ATIVIDADES DE EXTENSÃO

Uma atividade de extensão é uma intervenção que envolve diretamente comunidades externas às IES e que está vinculada à formação dos estudantes. As atividades de extensão deverão compor, no mínimo, 10% da carga horária total de cada curso de graduação e devem estar explícitas nos projetos pedagógicos de cada curso de graduação, em conformidade com a meta 12.7 da Lei Nº 13.005 de 25 de junho de 2014 e com a Resolução CES/CNE/MEC Nº 7 de 18 de dezembro de 2018.

Os NDEs deverão ressaltar nos PPCs a contribuição das atividades de extensão para o processo formativo dos estudantes, alinhadas ao perfil desejado do egresso. Os Colegiados de Curso, em acordo com seus NDEs, poderão sugerir programas, projetos e/ou ações de extensão para compor os PPCs, garantindo que as cargas horárias relativas a cada atividade proposta estejam devidamente descritas nos documentos.

Qualquer atividade de extensão desenvolvida por um estudante de engenharia deverá estar, obrigatoriamente, registrada na Pró-Reitoria de Extensão (ou órgão equivalente) da IES para fins de emissão de certificados que comprovem as atividades realizadas.

3.3.8 ARTICULAÇÃO ENTRE GRADUAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO/PESQUISA

Importante característica das novas DCNS é o incentivo à articulação entre os cursos de graduação e pós-graduação. Entende-se que o conhecimento gerado na instituição, necessariamente, deve realimentar e qualificar a formação dos novos engenheiros. Essa articulação deve possibilitar a inserção do estudante nas plataformas de pesquisa e fazê-los descobrir novos horizontes de aplicação dos saberes da engenharia, motivando-os ao longo de seu processo formativo. Os programas de iniciação à pesquisa científica e tecnológica são bons instrumentos para criação dessa ponte entre o ensino e a pesquisa.

As IES que possuem programas de pós-graduação stricto sensu, de acordo com as DNCs, podem dispor de carga horária para atividades acadêmicas curriculares próprias, que se articulem à pesquisa e à extensão. A integração dos cursos de graduação com o programa de pós-graduação pode permitir que os estudantes aprofundem o conhecimento em áreas específicas de pesquisa pertinentes a modalidade de engenharia estudada e diversifiquem suas trilhas formativas.

3.3.9 INTERAÇÃO DAS ESCOLAS DE ENGENHARIA COM O AMBIENTE DE TRABALHO

De acordo com as DCNs, o perfil esperado para o egresso do curso de graduação em engenharia compreende, entre outras características, estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora, e ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas em sua área de formação a partir do desenvolvimento das competências gerais esperadas do egresso.

Sabe-se que o objetivo do setor empresarial é atender as demandas do mercado mediante o fornecimento de produtos e/ou serviços aos consumidores. E nem sempre isto é possível por falta de conhecimento teórico/técnico. A interação entre a academia e o mercado de trabalho torna-se, portanto, um importante mecanismo para o desenvolvimento tecnológico das empresas, bem como uma rica oportunidade para construção de importantes competências do estudante com base na vivência prática nas empresas.

É uma cooperação com ganhos para ambos os atores e essas iniciativas também deverão ser apresentadas no PPC de forma objetiva e transparente. O Capítulo 5 apresenta experiências exitosas de parcerias entre a academia e as empresas.

3.3.10 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E EMPREENDEDORISMO

Intimamente correlacionada à integração Universidade-Empresa está a geração de inovação tecnológica. Para que uma empresa seja ou se torne competitiva, ela tem que aumentar a eficiência do seu processo produtivo, aprimorando o seu produto ou gerando um novo. Em ambas as situações esse objetivo pode ser alcançado por meio de incentivo à criatividade e do apoio à pesquisa.

A inovação tecnológica de processo pode ser entendida como a adoção de novos métodos de produção ou melhoria dos existentes, envolvendo mudanças em equipamentos, reorganização da sua cadeia produtiva ou combinação destas duas ações. Inovação de produtos pode ser entendida como o aprimoramento tecnológico dos produtos existentes no mercado permitindo o seu uso diferenciado e, principalmente, criando produtos com novas características tecnológicas oriundos de novos conhecimentos. Portanto, a academia está diretamente envolvida em ambos processos de inovação, gerando o conhecimento que se converterá, no futuro, em um ou mais produtos inovadores.

A Lei de Inovação Tecnológica, nº 10.973/2004, cujo principal objetivo é "estimular a criação de ambientes especializados e *cooperativos de inovação entre empresas e instituições científicas e tecnológicas*", assim como o novo Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação, estabelecido por meio do Decreto nº 9.283/2018, são inspirações para as DCNs, estimulando o desenvolvimento de uma cultura de inovação e empreendedorismo e os PPCs devem, conseqüentemente, estabelecer um claro roteiro para a criação e/ou fortalecimento de iniciativas que insiram os estudantes nos diversos ambientes de inovação.

4.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

4.1.1 COMPETÊNCIAS

Ainda que haja diversas noções de competência em uso no mundo profissional e no mundo educacional (Tonini e Andrade, 2019), sem querer avançar excessivamente na discussão, neste documento adota-se a seguinte definição: uma competência consiste na “intervenção eficaz nos diferentes âmbitos da vida, mediante ações nas quais se mobilizam, ao mesmo tempo e de maneira inter-relacionada, componentes atitudinais, procedimentais e conceituais” (Zabala e Arnau, 2014), isto é, uma competência é um “saber-agir” ou uma capacidade de “mobilizar seus saberes, saber-fazer e saber-ser ou outros recursos” (Scallon, 2015).

Estas definições são típicas de uma abordagem integrada da competência, que enfatizam aspectos relacionais e funcionais da noção, isto é, a estruturação complexa dos diferentes atributos necessários ao desempenho inteligente, atuação eficaz e eficiente guiada pelo julgamento esperado de profissionais, em famílias de situações específicas (Gonczi, 1994).

Nesta abordagem, as características essenciais de uma estratégia educativa intencional, cujo objetivo é o desenvolvimento de competências, seriam (Zabala e Arnau, 2014):

- A relevância da competência tanto no que diz respeito a ter o potencial de ser percebida como significativa pelos estudantes quanto no que diz respeito a ser um desafio compatível com o estágio de desenvolvimento de cada aluno;
- A complexidade da situação na qual a competência deve ser utilizada, que não se esgota em conhecer um conjunto de instrumentos conceituais e de técnicas disciplinares, mas também deve ser capaz de identificar e de aplicar instrumentos e técnicas realmente necessárias para atuar eficaz e eficientemente em uma situação complexa, em função de suas características específicas;
- O caráter procedimental, um processo no qual é necessário dominar e integrar toda uma hierarquia de habilidades metacognitivas ou estratégicas para a compreensão de situação complexa, para a identificação e seleção de informações, procedimentos e esquemas que levam, de modo eficiente, a uma atuação eficaz;
- O fato de estarem constituídas por uma combinação integrada de componentes que são aprendidos com base em sua funcionalidade.

A função de cada componente pode ser identificada com a aplicação de uma taxonomia baseada nas tipologias dos domínios do conhecimento, psicomotor e afetivo (Anderson e Krathwohl, 2001; Bloom, Hastings e Madaus, 1983).

4.1.2 AVALIAÇÃO DE APRENDIZAGEM NO CONTEXTO DA FORMAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS

Conhecer o grau de domínio de uma competência adquirido pelos alunos é uma tarefa bastante complexa, posto que implica partir de situações-problema que estimulem contextos reais e dispor dos meios de avaliação específicos para cada um dos componentes da competência (Zabala e Arnau, 2014).

As formas convencionais de avaliação têm dificuldade em captar o desenvolvimento de competências, as capacidades dos indivíduos para mobilizarem um conjunto integrado de recursos com vistas a resolver uma família de situações. Os recursos a serem mobilizados, isto é, aplicados com discernimento, transferidos de uma situação original para outra e transformados para lidar com situações novas, incluem os conhecimentos, as habilidades e as atitudes e podem estar interiorizados ou existir apenas como recursos externos.

Há diversas questões entrelaçadas que devem ser respondidas quando se pensa em avaliação: o que avaliar, quem está avaliando e quem está sendo avaliado, como avaliar, quando avaliar e por que avaliar?

Em uma abordagem mais convencional da educação, o conhecimento do estudante é avaliado pelo professor, preferencialmente, por meio de provas escritas individuais aplicadas simultaneamente a todos os alunos matriculados na disciplina, com o objetivo de separar os estudantes que aprenderam o suficiente para aprovação, daqueles que não aprenderam e que devem, portanto, refazer a disciplina (Luckesi, 2014).

As questões destas provas são, tipicamente, exercícios bem estruturados que abrangem, cada qual, um pequeno domínio bem delimitado do campo de conhecimento, com soluções únicas. Estes exercícios solicitam que os estudantes lembrem alguns fatos, conceitos e relações e que usem certos métodos analíticos padronizados para obter as respostas esperadas para situações descritas em detalhes e de forma completa.

Os instrumentos convencionais de avaliação costumam medir conhecimentos factuais, conceituais e procedimentais que mobilizam a capacidade dos estudantes de lembrar, compreender e aplicar, mas que dificilmente exploram as categorias e processos cognitivos mais complexos envolvidos em analisar, avaliar e criar (Anderson e Krathwohl, 2001; Bloom, Hastings, e Madaus, 1983). De forma semelhante, estes exercícios raramente exigem o uso de conhecimento metacognitivo, incluindo o estratégico, o conhecimento sobre tarefas cognitivas e o autoconhecimento (Scallon, 2015).

Desse modo, uma formação que seria julgada satisfatória por estes instrumentos ainda poderia ser inadequada para as demandas atuais da sociedade e da economia. O mundo contemporâneo é complexo, as formas de organização social e da produção mudam contínua e rapidamente e os problemas relevantes com os quais as pessoas e os profissionais se deparam são, de modo geral, mal estruturados, admitindo diversas soluções cuja adequação é julgada não apenas por critérios técnicos e de aplicação imediata.

Para ser efetiva, a avaliação deve ser planejada desde a concepção do curso. As competências a serem desenvolvidas devem ser identificadas, descritas, analisadas em seus fatores cognitivo, psicomotor e afetivo, e desdobradas em atividades curriculares que seriam a realização do projeto pedagógico do curso. O processo de avaliação teria a responsabilidade de (Elmôr Filho, Sauer, Almeida e Villas-Boas, 2019; Ferraz, Lordelo e Sampaio, 2019; Heywood, 2016; Mesquita, 2015):

- Fomentar a aprendizagem, alinhando-se com os objetivos formativos, com a metodologia de ensino-aprendizagem e com os recursos utilizados, descritos no PPC e alinhados ao PDI;
- Diagnosticar o estágio de desenvolvimento de cada estudante observadas as competências constantes no PPC;
- Certificar o desenvolvimento de competências no nível de proficiência esperado para cada etapa;
- Fornecer subsídios para a melhoria do curso por meio da revisão de seus objetivos, conteúdos, atividades e do próprio processo de avaliação.

Ao inferir o grau de desenvolvimento de uma competência, Scallon (2015) identifica dois desafios: a criação das situações complexas em que a atuação eficaz será observada e a elaboração de instrumentos para o julgamento, o que inclui a definição de critérios de desempenho para cada nível esperado de proficiência (Crawley et al., 2014).

A situação pode ser uma tarefa complexa, um problema ou um projeto, autênticos ou inspirados no mundo real, que apresentem desafios para os estudantes, incluindo o desafio de mobilizar seus recursos (Scallon, 2015). Para a avaliação, o essencial é que as situações demandem dos alunos a capacidade de mobilização de modo a permitir julgamentos com base em evidências produzidas e coletadas durante a atuação do aluno (Cropley, 2015; Gonczi 1994; Heywood, 2016; Scallon, 2015). Os instrumentos usados para obter e coletar estas evidências podem incluir observação direta do desempenho em uma situação, bem como registros em formatos diversos.

A estes desafios, acrescenta-se: conseguir usar a informação gerada pela avaliação de aprendizagem para nortear a gestão do projeto pedagógico. A quarta fase da abordagem CDIO para avaliação, descrita a seguir, pode ser um bom ponto de partida (Crawley et al., 2014; Ferraz, Lordelo e Sampaio, 2019):

- a) Especificação dos objetivos de aprendizagem, que podem ser compreendidos como os conjuntos de habilidades, conhecimentos e atitudes necessários ao desenvolvimento das competências previstas para os egressos.
- b) Alinhamento entre a metodologia de avaliação, objetivos e metodologia de ensino-aprendizagem.
- c) Uso de instrumentos diversificados de avaliação para reunir evidências do aprendizado dos estudantes.
- d) Uso dos resultados da avaliação para melhorar a metodologia de ensino-aprendizagem.

4.2 RECOMENDAÇÕES PARA A AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

A fim de se estabelecer um processo de avaliação, é fundamental a clareza sobre quais são os objetivos de aprendizagem a serem avaliados. Num currículo com base em competências, os objetivos de aprendizagem são as próprias competências a serem desenvolvidas pelos estudantes. Esses objetivos podem ser declarados em diferentes níveis:

- Objetivos globais ou competências globais do curso;
- Objetivos de uma trilha;
- Objetivos específicos de um componente curricular.

A fim de garantir que um objetivo de aprendizagem seja claro e mensurável, sugere-se:

- a) Construir um quadro relacionando os objetivos globais do curso com o perfil do egresso;
- b) Construir um quadro relacionando os objetivos globais do curso com os objetivos específicos das trilhas e dos componentes curriculares;
- c) Dividir cada objetivo (competência) em seus componentes (habilidades, conhecimentos e atitudes);
- d) Construir um quadro que relacione diferentes instrumentos de avaliação com os componentes os quais é capaz de avaliar e sua respectiva dimensão cognitiva;
- e) Relacionar cada componente de competência com os instrumentos de avaliação que serão utilizados.

As novas DCNs de engenharia preveem tanto a avaliação dos estudantes, quanto a avaliação do próprio curso, ou seja, avaliação como instrumento de gestão do PPC.

4.2.1 AVALIAÇÃO DOS ESTUDANTES

Segundo o artigo 13 das DCNs, a avaliação dos estudantes passa a fazer parte do próprio processo de ensino, deixando de exercer, apenas, o seu papel histórico de atribuição de desempenho do aluno e passando a, efetivamente, colaborar com o seu desenvolvimento.

4.2.2 AVALIAÇÃO PARA FINS DE GESTÃO DO PROJETO PEDAGÓGICO

O inciso VIII do artigo 6º das DCNs afirma que o projeto pedagógico deve apresentar o processo de autoavaliação e gestão da aprendizagem do curso, contemplando os instrumentos de avaliação, o processo diagnóstico e a elaboração de planos de ação para melhoria da aprendizagem.

O processo de gestão da aprendizagem, baseado nos resultados da avaliação, busca não somente melhorar a metodologia de ensino-aprendizagem, o que é fundamental quando se pensa no componente curricular, mas também aprimorar o próprio projeto pedagógico, incluindo o currículo e a estrutura de componentes curriculares. As informações obtidas por meio da autoavaliação institucional devem ser utilizadas para ajustes desses elementos de forma a melhorar os graus obtidos nos indicadores de aprendizado do corpo discente.

Os instrumentos de avaliação da aprendizagem utilizados, conforme preceituam as DCNs, devem buscar avaliar se os egressos do curso estão atuando com competência na sociedade, sendo relevante salientar que o foco é verificar o grau de desenvolvimento dos objetivos de aprendizagem do curso e da satisfação com relação ao perfil profissional do egresso.

Para gestão do PPC é preciso estabelecer um plano de autoavaliação a partir do qual será realizado um processo diagnóstico que forneça informações para o desenho de um plano de ação. Este processo diagnóstico pode ser realizado com base em informações obtidas de avaliação direta ou de avaliação indireta.

AVALIAÇÃO DIRETA

Denomina-se avaliação direta o conjunto de instrumentos aplicados aos alunos do curso, em diferentes etapas. Pode ser utilizada para avaliação de um componente curricular, de uma trilha ou do curso como um todo. Com base em informações obtidas de uma amostra representativa dos estudantes, é possível fazer inferências estatísticas sobre o nível de desenvolvimento das competências do corpo discente. Essas informações podem ser usadas para gestão do PPC e desenho de estratégias de melhoria do curso.

AVALIAÇÃO INDIRETA

Buscando mitigar os riscos da não empregabilidade e dos altos custos financeiros e sociais a ela associados, é fundamental que as IES passem a incorporar de forma sistemática uma visão integrada de avaliação incluindo instituições governamentais e não governamentais neste processo, pois assim as taxas de sucesso dos egressos tendem a aumentar e a inserção da IES no contexto regional e nacional passa a ser avaliada pelos seus beneficiários finais.

Este arranjo interinstitucional de retro avaliação da aprendizagem envolvendo um grupo diversificado de entidades e egressos que já estão atuando no mercado de trabalho tem condições de aferir o nível de

formação dos egressos sob uma perspectiva mais ampla, permitindo a revisão dos projetos pedagógicos, por meio do fomento e colaboração entre ciência, pesquisa e mercado de trabalho, proporcionando maiores taxas de empregabilidade e de remuneração média dos egressos.

Sugere-se que a avaliação indireta seja feita através de questionários aplicados aos egressos do curso e/ou a seus empregadores e associações de classe. Também é possível estabelecer parceria entre os Conselhos Regionais de Engenharia, Federação das Indústrias, Sindicatos e a IES a fim de se obter dados sobre a atuação dos egressos no mercado de trabalho de forma contínua. Como exemplo, de formas de contato com os egressos, sugerimos:

- Apoio à associação de ex-alunos;
- Promoção de seminários e cursos livres;
- Oferta de oportunidade aos egressos para matrícula em disciplinas avulsas.

4.2.3 PLANO DE AUTOAVALIAÇÃO, PROCESSO DIAGNÓSTICO E PLANO DE AÇÃO

O processo de autoavaliação deve ter como objetivo a melhoria do curso após a identificação das eventuais lacunas no aprendizado de seu corpo discente, obtida por meio de avaliação direta ou indireta. Para tanto, podem ser usados, por exemplo, processos semelhantes aos de acreditação que recomendam o uso de rubricas para especificar o que é um nível de aprendizado adequado ou suficiente, diferenciando de níveis considerados insuficientes. Este tipo de processo de avaliação pode ser aplicado a todo universo avaliado, mas também pode ser feito por amostragem. O ideal é que os instrumentos utilizados sejam mais próximos da realidade quanto possível, a fim de verificar a ação dos avaliados diante de situações reais. Além disso, os instrumentos devem ser compatíveis com os objetivos que estão sendo avaliados.

O plano de avaliação do curso pode prever aplicação destes instrumentos ao longo ou ao final de cada trilha. Esta decisão dependerá de como as trilhas foram construídas e de como foi feita a divisão das unidades curriculares.

Colhidas todas as informações sobre o aprendizado dos alunos é possível fazer um tratamento estatístico a fim de identificar os pontos fortes e fracos. Os resultados da autoavaliação ao longo ou ao final das trilhas podem ser comparados aos resultados das unidades curriculares isoladas, a fim de auxiliar na identificação de eventuais distorções. Passa-se então para a fase de construção do plano de ação que, dependendo dos resultados, pode contemplar:

- Ajustes nos planos de aula das unidades curriculares;
- Ajustes nos planos de ensino das unidades curriculares;
- Alteração na ordem de oferta das unidades curriculares;
- Redistribuição dos objetivos específicos entre as unidades curriculares;
- Redefinição de objetivos específicos para que construam os objetivos globais;
- Alteração das unidades curriculares.

A instituição deverá definir um grupo responsável pelo processo de autoavaliação de cada curso ou de um conjunto de cursos, que estará articulado com as atividades da Comissão Própria de Avaliação (CPA). Pode ser, por exemplo, o NDE, o colegiado, uma comissão específica designada para este fim, podendo incluir membros externos à IES, ou uma comissão totalmente externa contratada para este fim. Na Índia, que possui cerca de 6 milhões de estudantes de Engenharia, existe um modelo de avaliação do aprendizado que funciona por adesão e é totalmente aplicado por empresa terceirizada.

4.3 DIMENSÕES DA AVALIAÇÃO

4.3.1 COMPONENTES DE COMPETÊNCIA A SEREM AVALIADOS

Como o desenvolvimento de competências é um elemento central nas DCNs dos cursos, é oportuno apresentar uma breve discussão sobre as dimensões ou componentes de uma competência.

Uma competência engloba três dimensões: habilidade, conhecimento e atitude.

Tendo em vista a complexidade da avaliação de competências e a necessidade de se dispor de meios específicos para avaliação de cada uma dessas dimensões, a escolha dos instrumentos pode ser facilitada pela identificação dos componentes de cada uma das competências declarados como objetivos de curso.

Como exercício desta identificação de componentes de competência, no Quadro 1 são discriminadas as habilidades, os conhecimentos e as atitudes explícitas no texto das diretrizes curriculares de engenharia quando listam as competências gerais do engenheiro.

Quadro 1 - Componentes das competências das Diretrizes Curriculares Nacionais de dos Cursos de Graduação em Engenharia

Competência	Habilidades	Conhecimentos	Atitudes
Formular e conceber soluções desejáveis de Engenharia, analisando e compreendendo a necessidade dos usuários e seu contexto	Formular Conceber	Soluções de engenharia	Empatia Visão holística Visão humanista
Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, uma vez verificados e validados por experimentação	Analisar Compreender Validar Modelar	Fenômenos químicos Fenômenos físicos	Curiosidade (validados por meio de experimentação)
Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos	Conceber Projetar Analisar	Sistemas Produtos (bens e serviços) Componentes Processos	Visão sistêmica
Implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia	Implantar Supervisionar Controlar	Soluções de engenharia	Liderança
Comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica	Comunicar	Linguagem oral Linguagem escrita Linguagem gráfica	Eficácia
Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares	Trabalhar em equipe		Liderança
Conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão	Conhecer Aplicar	Legislação Atos normativos	Ética
Aprender de forma autônoma e lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência, da tecnologia e aos desafios da inovação	Aprender a aprender Lidar com a complexidade	Ciência Tecnologia	Autonomia Consciência

É possível identificar habilidades e atitudes no perfil do egresso, conforme mostrado no Quadro 2.

Quadro 2 - Habilidades e atitudes no perfil do egresso Diretrizes Curriculares Nacionais de dos Cursos de Graduação em Engenharia

Perfil do egresso	Habilidades	Atitudes
Ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica	Ser criativo Ter pensamento crítico Colaborar / cooperar	Reflexão Ética Visão holística Visão humanista
Estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora	Pesquisar Desenvolver Adaptar Utilizar	Empreendedorismo
Ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia	Ser criativo	Empatia
Adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática	Lidar com a complexidade	Visão holística
Considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho	Ter pensamento crítico	Visão holística

Observa-se que uma competência pode ter variações na proporção dos seus componentes. Por exemplo, uma competência pode ter muito mais ênfase na atitude que na habilidade e no conhecimento. Nem sempre a divisão é igualitária.

Tanto o perfil do egresso quanto a lista de competências globais devem ser complementados pelo curso tendo em vista seu contexto e habilitação. Essas competências podem ser agrupadas em trilhas, a fim de facilitar a estruturação do currículo e do processo de avaliação.

As competências encontradas nas DCNs podem ser classificadas como competências globais, ou seja, competências que serão desenvolvidas ao longo do período do curso (anos). A fim de viabilizar tanto a construção dessas competências quanto sua avaliação, é possível dividi-las em competências específicas das unidades curriculares ou em elementos de competência que possam ser desenvolvidas e avaliadas em períodos menores (semanas ou meses).

Tanto as competências específicas de cada unidade curricular quanto as competências de uma trilha de aprendizagem podem ser decompostas em seus componentes de competência (habilidades, conhecimentos e atitudes) a fim de auxiliar na escolha das estratégias de ensino e dos instrumentos de avaliação, tomando cuidado para não se perder o aspecto integrado entre os três componentes.

4.3.2 CLASSIFICAÇÃO DA AVALIAÇÃO

A literatura apresenta algumas classificações da avaliação, em função de diferentes critérios.

Ao focar a análise para o objetivo de cada instrumento de avaliação pode-se classificá-la, de acordo com Bloom, Hastings, Madaus (1983), como:

- Avaliação diagnóstica;
- Avaliação formativa;
- Avaliação somativa.

A avaliação diagnóstica tem o objetivo de inferir o conhecimento prévio do estudante antes do início do processo de aprendizagem. A avaliação formativa fornece *feedback* ao aluno de forma a contribuir com o seu percurso de aprendizagem, sem a obrigação de atribuir valor que pese na sua aprovação ou reprovação no componente curricular. A avaliação somativa tem a função de atribuir nota ou conceito que contribua na decisão pela aprovação ou reprovação do aluno no componente curricular.

Analisando a forma, pode-se dividir a avaliação em:

- Avaliação de resultado;
- Avaliação de processo.

Num instrumento de avaliação de resultado, busca-se determinar se a resposta ao item avaliado está correta. Em situações onde é importante avaliar se as estratégias utilizadas para obtenção da resposta demonstram competência, este tipo de instrumento não se mostra adequado, sendo necessária a avaliação de processo.

Também é possível classificar os instrumentos de avaliação com relação ao componente de competência que ele é capaz de avaliar:

- Avaliação de conhecimentos;
- Avaliação de habilidades;
- Avaliação de atitudes;
- Avaliação combinada de habilidades e conhecimentos;
- Avaliação combinada de habilidades e atitudes.
- Avaliação de competências (habilidades, conhecimentos e atitudes)

O processo de avaliação deve refletir cuidadosamente a importância de cada componente na definição da competência.

4.3.3 CONSTRUÇÃO DO PROCESSO AVALIATIVO

Os objetivos globais de um programa construído com foco em competências declaram quais competências os alunos devem ter desenvolvido ao final do processo de formação. Esses objetivos globais podem ser divididos em objetivos específicos das unidades curriculares que, por sua vez, podem ser decompostos em componentes: habilidades, conhecimentos e atitudes.

Cada um dos componentes deve ser avaliado, podendo esta avaliação se dar, por completo, dentro de um único componente curricular, ou ser transversal a mais de um componente.

“A chave para elaborar as atividades de avaliação das competências encontra-se em estabelecer situação-problema. Para poder intervir nesta situação-problema o aluno deverá mobilizar um conjunto de recursos de diferentes ordens. Neste ponto, surgem as atividades de avaliação, as quais consistirão na realização de diferentes tarefas que permitam conhecer o grau de domínio de seus diferentes componentes e, por meio deles, da própria competência. Cada uma das atividades que o aluno deve realizar corresponderá aos indicadores de obtenção relativos à competência específica. De maneira que o que se pretende avaliar é o nível de aprendizagem de uma competência específica, baseado em seus indicadores de obtenção. Esses

indicadores representam uma análise da competência em função do estabelecimento e da observação das condutas do aluno que permitam avaliar o nível de domínio da competência” (Zabala e Arnau, 2014).

A determinação de indicadores para cada componente de competência que está sendo avaliado torna o processo mais claro e objetivo para todos os atores envolvidos na avaliação.

É preciso também definir a escala a ser utilizada. Scallon (2015) cita duas tipologias das escalas de apreciação:

- Escalas uniformes;
- Escalas descritivas.

As escalas uniformes podem ser as mesmas para todos os indicadores de competência, por exemplo:

Indicador: Redação de um texto objetivo e sintético respeitando a norma culta da língua portuguesa

Insatisfatório	Pouco satisfatório	Satisfatório	Muito satisfatório
----------------	--------------------	--------------	--------------------

As escalas descritivas são mais complexas e difíceis de serem construídas, mas podem dar melhor feedback ao estudante. Exemplo de escala descritiva:

O aluno produz textos repetitivos e não objetivos, cometendo erros de gramática, ortografia e/ou sintaxe.

O aluno é capaz de produzir textos objetivos e sintéticos, entretanto comete erros de gramática, ortografia e/ou sintaxe.

O aluno conhece a norma culta da língua portuguesa, mas falta objetividade nas suas produções textuais.

O aluno é capaz de redigir um texto objetivo e sintético respeitando a norma culta da língua portuguesa.

Estes são apenas alguns exemplos de escalas uniforme e descritiva. Cada instituição deverá analisar seu contexto e construir escalas que melhor se ajustem à sua realidade formativa.

4.4 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

Um processo avaliativo deve ser composto por múltiplos instrumentos. No artigo 13 das DCNs são apontados alguns deles: monografias, exercícios ou provas dissertativas, apresentação de seminários e trabalhos orais, relatórios, projetos e atividades práticas, sem limitar a utilização de outros, como por exemplo, a elaboração de artigos técnicos e científicos. O importante é atender as necessidades e possibilidades de cada instituição e unidade curricular.

A necessidade da adoção de diferentes instrumentos justifica-se pelo fato de que, raramente, um deles é capaz de avaliar todos os componentes e todos os indicadores de uma competência. Alguns instrumentos conseguem inferir melhor a dimensão do conhecimento enquanto outros podem ser usados para associar a avaliação de habilidades ou atitudes. De todo modo, é necessário explicitar no PPC as formas de avaliação propostas para atender o perfil profissional desejado.

Para que a seleção dos instrumentos de avaliação seja mais objetiva, cada curso ou instituição pode construir um quadro que relaciona os instrumentos dos quais dispõe com o componente de competência que é capaz de avaliar. Indica-se também adotar uma taxonomia da dimensão cognitiva como, por exemplo, a taxonomia de Bloom, e classificar cada um em função da dimensão cognitiva que é capaz de avaliar.

Com base nas experiências reais de docentes, o Quadro 3 apresenta diversos instrumentos de avaliação, relacionando os componentes de competência e a dimensão cognitiva segundo a taxonomia de Bloom revisada, indicando o que cada um deles é capaz de avaliar (Anderson e Krathwohl, 2001; Bloom, Hastings, e Madaus, 1983).

Quadro 3 - Relação entre instrumentos de avaliação, componentes de competência e dimensão cognitiva de acordo com a taxonomia de Bloom

Instrumento de avaliação	Componente(s) de competência capaz(es) de ser(em) avaliado(s)	Dimensão cognitiva de acordo com a taxonomia de Bloom
Prova objetiva	Habilidades + conhecimentos	4
Prova dissertativa	Habilidades + conhecimentos	6
Exercício	Habilidades + conhecimentos	3
Monografia	Competências	6
Apresentação em seminário ou apresentação oral	Competências	4
Relatório	Competências	5
Projeto	Competências	6
Atividade prática de laboratório ou de campo	Competências	5
Arguição ou prova oral	Competências	5
Debate	Competências	5
Estudo de caso	Habilidades + conhecimentos	5
Avaliação por pares	Atitudes	Não se aplica
Observação direta	Atitudes	Não se aplica
Catme (Autoavaliação + avaliação por pares)	Atitudes	Não se aplica

É importante ressaltar que a simples escolha do instrumento não garante a eficiente avaliação do componente de competência. É preciso garantir a qualidade do próprio instrumento.

Alguns instrumentos de avaliação, dependendo da forma que forem construídos, podem avaliar dimensões cognitivas mais elevadas, como analisar (dimensão 4), avaliar (dimensão 5) ou criar (dimensão 6). Esses instrumentos também podem ser usados para avaliar dimensões anteriores, como, por exemplo, aplicar (dimensão 3), compreender (dimensão 2) ou lembrar (dimensão 1). Por outro lado, alguns instrumentos se limitam às dimensões mais básicas e não serão capazes de inferir domínio sobre dimensões mais elevadas.

4.5 GOVERNANÇA DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO

Buscando a transparência e isenção do processo de avaliação, é aconselhável que a responsabilidade de construção das escalas ou das rubricas, bem como a seleção e aplicação dos instrumentos seja atribuída a pessoas que não sejam impactadas pelos resultados da avaliação. Este grupo pode sintetizar as contribuições dos professores, levando em conta a experiência e *expertise* de cada um.

É importante destacar que a avaliação de aprendizagem dos discentes não pode se constituir no único dado de entrada para o processo de gestão do projeto pedagógico. É necessário verificar se as competências desenvolvidas durante o curso permitem aos egressos um desempenho adequado em situações reais que encontram, e encontrarão, fora do ambiente escolar; e para tanto é fundamental criar estratégias para avaliação dos egressos em seus ambientes profissionais.

5.1.1 POR QUE PENSAR EM FORMAÇÃO POR COMPETÊNCIAS

Num referencial de competências, como indicam as novas DCNs, há que se pensar no perfil do professor para atuar nesses cursos. No que tange à formação do docente, o trabalho de Masetto (2003) indica algumas competências, que devem necessariamente estar presentes no professor de ensino superior. São elas:

- Dominar sua área de conhecimento;
- Dominar a área pedagógica;
- Exercitar a dimensão política.

A Associação Ibero-Americana de Instituições de Ensino de Engenharia (ASIBEI), na declaração de Ushuaia (ASIBEI, 2015), referenda as mesmas competências como desejáveis, colocando a dimensão política como consideração aos objetivos do desenvolvimento humano. Os Objetivos de Desenvolvimento sustentável da ONU (2015) também corroboram a importância desse último aspecto.

5.1.2 IDENTIFICAÇÃO DAS COMPETÊNCIAS

Relativamente ao conhecimento pedagógico, o documento da ASIBEI indica as seguintes competências do professor:

- Perceber crenças anteriores trazidas pelos alunos sobre o assunto em estudo, bem como dificuldades de aprendizagem;
- Estabelecer estratégias eficazes que facilitem a compreensão dos conceitos e o desenvolvimento de habilidades superiores de pensamento e metacognição;
- Empregar suporte tecnológico para aprimorar os processos de aprendizado;
- Desenvolver estratégias para monitorar e avaliar o progresso do aluno sobre o assunto e fortalecer os processos de avaliação de e para o aprendizado;
- Alcançar o desenvolvimento de habilidades para analisar, modelar, experimentar e resolver problemas de projeto de engenharia, soluções abertas e abordagem multidisciplinar;
- Definir processos de aprendizagem centrados no aluno;
- Gerar interesse nos alunos pela disciplina e estimular sua participação ativa nas aulas;
- Alcançar liderança e competência em comunicação oral e escrita, até mesmo num segundo idioma, e realizar integração com grupos de trabalho interdisciplinares.

Uma pesquisa realizada com membros do Grupo de Trabalho de Formação e Capacitação de Professores de Engenharia, criado no âmbito da Abenge, reunidos em Fortaleza, durante o Cobenge 2019, identificou as competências mínimas necessárias ao docente para o ensino de Engenharia, sistematizadas a seguir.

COMPETÊNCIAS TÉCNICAS

- Relacionar de modo transdisciplinar ou interdisciplinar as áreas de conhecimento envolvendo disciplinas que estejam ocorrendo simultaneamente e/ou as antecedentes e subsequentes;
- Trabalhar em equipe com outros professores, profissionais (mercado) e staff acadêmico (laboratoristas);
- Identificar pontos de interesses dos alunos, em conteúdo e desenvolvimento comportamental;
- Ter domínio técnico do conteúdo programático da disciplina, bem como sua contextualização no curso em que está inserida.

COMPETÊNCIAS SOCIOEMOCIONAIS

- Comunicar-se de forma a proporcionar um espaço de aprendizagem com os discentes;
- Ser capaz de se auto avaliar e com isso, se atualizar de forma eficiente;
- Saber trabalhar em equipes multidisciplinares.

COMPETÊNCIAS PEDAGÓGICAS

- Identificar problemas de engenharia, abordando-os no nível de conhecimento dos estudantes;
- Identificar as competências desejáveis e sua classificação numa taxonomia de aprendizagem alinhadas com o perfil da instituição em que atuar;
- Utilizar múltiplas experiências e metodologias de aprendizagem;
- Saber planejar seu curso e reconhecê-lo no contexto do PPC e da Missão Institucional;
- Relacionar os eixos ensino, pesquisa e extensão;
- Saber utilizar diferentes métodos de avaliação de acordo com os objetivos do curso;
- Utilizar as TICs como recurso metodológico.

5.2 DIMENSÕES DA CAPACITAÇÃO DOCENTE

Dentro de uma política de formação e desenvolvimento do corpo docente, alguns tópicos apresentam-se como norteadores. Entende-se por capacitação docente aquela que tenha por objetivo o estudo e desenvolvimento da prática docente e suas atribuições, seja ela de curta ou longa duração. Nesse sentido, se estabelecem os seguintes eixos orientativos:

I. PLANEJAMENTO DIDÁTICO PEDAGÓGICO

Formar professores em temas vinculados às instâncias do planejamento escolar e das ações de docência: Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN), Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) e Projeto Pedagógico do Curso (PPC), programa de disciplina e plano de aula, com objetivo de capacitar o professor nas atividades de planejamento e contextualizar sua participação na proposta pedagógica do curso.

II. AVALIAÇÃO INSTITUCIONAL

Apresentar e discutir os tipos de avaliações institucionais externas, tais como: Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (Sinaes), Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade) e

verificação in loco das condições institucionais, e internas, bem como sua utilização como indicadores de melhoria institucional. As avaliações internas são aquelas criadas pela instituição, com intuito de estabelecer indicadores de autoavaliação de cursos, disciplina, infraestrutura e necessidades específicas de cada curso.

III. AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Propor reflexões sobre o papel da avaliação para verificação do aprendizado apresentando os tipos de avaliação que podem ser utilizadas: Diagnóstica, Formativa e Somativa. Capacitar docentes no uso de diferentes instrumentos de avaliação e na utilização de indicadores e critérios alinhados ao perfil discente no processo de aprendizagem (criação de rubricas).

IV. REGULAMENTAÇÃO

Apresentar aos docentes as regulamentações emanadas pelo MEC, SERES, SESU, CNE e INEP, que estabelecem os deveres das instituições, bem como os órgãos colegiados de curso: Coordenação, Conselho de Curso e Núcleo Docente Estruturante- NDE.

V. ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

Apresentar a inter-relação nas dimensões e debater com o docente a importância da sua participação no tripé: ensino, pesquisa e extensão. Apresentar as políticas de extensão e pesquisa, os indicadores e metas institucionais sobre o tema. Propor metas de capacitação de docentes de forma contínua e institucionalizada.

VI. TEORIAS DE APRENDIZAGEM

Apresentar e discutir as teorias de aprendizagem mais utilizadas, tais como: comportamentalismo ou behaviorismo (Pavlov e Skinner), cognitivismo (Piaget), teoria sociointeracionista (Vygotsky) e aprendizagem significativa (Ausubel). Relacionar essas teorias com o ensino superior, bem como refletir sobre o uso de recursos tecnológicos como mediadores da aprendizagem.

VII. RECURSOS TECNOLÓGICOS (TIC'S)

Capacitar docentes na utilização de recursos tecnológicos na gestão e metodologias utilizadas em sala de aula. Apresentar ferramentas existentes que podem dar suporte a um processo ativo de ensino e aprendizagem.

VIII. INOVAÇÃO NA EDUCAÇÃO

Propor reflexões sobre o uso da inovação como catalisadora da aprendizagem. Promover capacitações sobre modelos universitários inovadores e sobre metodologias ativas de aprendizagem e suas possíveis aplicações.

IX. EMPREENDEDORISMO

Propor reflexões sobre o empreendedorismo nos cursos de engenharia, capacitar os docentes nos conceitos de empreendedorismo, com uma visão da transformação digital e impacto nos negócios ou na carreira do engenheiro. Apresentar ferramentas e metodologias ágeis para validação e desenvolvimento de novos negócios e as características do comportamento empreendedor. A engenharia proporciona excelente oportunidade de transformar projetos em negócios escaláveis.

5.3 SISTEMA DE AVALIAÇÃO DOS PROFESSORES

O reconhecimento cada vez maior da necessidade de capacitar os docentes dos cursos de Engenharia de modo que esses possam assumir “maior compromisso com o desenvolvimento das competências desejadas nos egressos” (ABMES, 2019) exige o planejamento, por parte das Instituições de Educação Superior (IES), de um sistema robusto de avaliação dos seus professores, que considere, de maneira equilibrada, tanto a produção acadêmica quanto a atividade docente. A valorização da atividade de ensino, a qual exige dos professores um maior investimento de tempo em sua própria formação e no planejamento dos cursos, deve vir acompanhada de um aumento do peso que se dá à dimensão da docência na avaliação do desempenho profissional desses professores.

As premissas da avaliação dos professores dos cursos de engenharia devem estar alinhadas com a proposta formativa contida no PPC e devem se refletir nas políticas de contratação de professores e no plano de carreira dos docentes.

Para que a avaliação dos professores em sua dimensão docente seja consistente, deverão ser coletadas evidências variadas, envolvendo os diferentes atores do processo pedagógico. Nesse contexto, podem ser citadas as avaliações dos docentes realizadas ao longo das disciplinas pelos discentes e ao final do curso pelos egressos, as observações de aula realizadas por pares e/ou coordenadores e a análise de informações sobre a atividade do docente realizadas por comitês específicos.

5.3.1 PROMOÇÃO E CONTRATAÇÃO DOCENTE

A atividade docente em nível superior pode ser descrita de forma bem resumida pela tríade ensino, pesquisa e serviço (Buller, 2015), sendo este último caracterizado pelas diferentes contribuições dadas pelo professor à instituição na qual trabalha, como a coordenação de cursos e a participação em comitês. Entretanto, a formação inicial de professores universitários não se apresenta equilibrada entre essas três dimensões.

A legislação atual exige das IES um percentual significativo de docentes com conclusão de mestrado ou doutorado. Considerando as experiências vividas no mestrado e doutorado como sistematizações de pesquisa, conduzindo a uma apropriação de seu método, é razoável assumir o domínio da atividade de pesquisa por boa parte dos pós-graduados que se candidatam às vagas de professores universitários. Porém, existem diferenças significativas entre as atividades de pesquisar e ensinar, o que explica porque um excepcional pesquisador não é necessariamente um excelente docente (Pimenta e Anastasiou, 2005). Esse cenário mostra que a formação inicial do professor universitário, a qual se dá, predominantemente, na pós-graduação, é focada quase que exclusivamente na atividade de pesquisa, negligenciando as questões ligadas ao ensino.

Em muitas IES, os processos de contratação de docentes para o nível superior reproduzem o contexto observado nos programas de mestrado e doutorado, privilegiando critérios associados à atividade de pesquisa e atribuindo pouco peso às competências relacionadas ao ensino. Muitas vezes, essa tendência se mantém nos critérios para a progressão da carreira docente, gerando um incentivo para que o professor dedique a maior parte do seu tempo à pesquisa e atinja apenas os requisitos mínimos referentes à atividade de ensino.

O modelo descrito acima não condiz com a atuação que se espera dos docentes de engenharia, a qual deve englobar, segundo as diretrizes curriculares nacionais, “estratégias de ensino ativas, pautadas em práticas

interdisciplinares, de modo que assumam maior compromisso com o desenvolvimento das competências desejadas nos egressos” (Abmes, 2019).

As IES devem adotar políticas de contratação que valorizem as competências dos professores associadas à atuação docente descrita nas DCN’s e que, conseqüentemente, induzem mudanças nos programas de pós-graduação em engenharia. Tais políticas devem se estender aos sistemas de promoção dos docentes, de modo que as atividades de ensino tenham um significativo peso nos critérios de progressão na carreira docente.

5.3.2 VALORIZAÇÃO DO ENSINO NA AVALIAÇÃO GLOBAL DO DOCENTE

É necessário criar um sistema de avaliação do corpo docente que valorize a atividade de ensino, de maneira que o investimento de tempo do professor na sua formação e desenvolvimento na área pedagógica, quando refletido em sua prática docente, tenha reflexo positivo em sua progressão na carreira. A avaliação não deve superdimensionar os resultados das atividades de pesquisa, como a quantidade e o impacto dos artigos publicados pelo docente em determinado periódico, correndo-se o risco de desvalorizar a dedicação às atividades de docência.

Uma questão que não pode ser ignorada na ponderação entre as atividades de pesquisa e ensino na avaliação de professores é a vocação de cada docente, além de suas aspirações na carreira. Pode-se citar diversos casos de brilhantes pesquisadores que eram considerados, ao mesmo tempo, referências como professores. Entretanto, é natural que existam professores universitários com desempenho excelente na atividade de pesquisa, mas que deixem a desejar no ensino, e vice-versa. Nesses casos, a exigência de excelência nas duas dimensões – ensino e pesquisa – pode levar à frustração.

Para resolver essa questão, algumas IES têm adotado um modelo de vertentes na carreira docente. Embora a carreira do professor continue sendo composta pela tríade ensino, pesquisa e serviço, os pesos atribuídos a cada dimensão, e também as exigências estabelecidas, variam de vertente para vertente. Assim, na vertente voltada à pesquisa, a carga didática do docente é menor, concentrada em disciplinas de pós-graduação, enquanto a exigência em termos de produção científica é bem alta. Na vertente voltada ao ensino, o professor tem uma carga didática elevada, concentrada em disciplinas de graduação, sendo estabelecidos critérios mais rigorosos de excelência em ensino, como a formação de outros docentes e a preparação de material didático. Em contrapartida, os critérios para a pesquisa não são tão rigorosos como na vertente anterior. Nas duas vertentes, é necessário ainda considerar o papel da dimensão de serviços à instituição. Finalmente, é preciso ressaltar que todas as vertentes devem ter a mesma relevância e os mesmos níveis de carreira para que as dimensões sejam, proporcionalmente, privilegiadas e estimuladas na instituição.

5.3.3 AVALIAÇÃO DOS DOCENTES POR DISCENTES E EGRESSOS

A avaliação dos professores pelo corpo discente é o instrumento mais utilizado pelas IES para coletar informações sobre o desempenho de seus professores na atividade de ensino. Em muitos casos, é o único instrumento utilizado. Esse tipo de avaliação pode representar uma valiosa ferramenta de gestão no Ensino Superior. Quando bem conduzido, ele tem o potencial de identificar, de maneira extremamente ágil, pontos de atenção no processo de ensino-aprendizagem, possibilitando a implementação de ações corretivas, muitas vezes dentro do próprio período letivo em que foi realizado.

Um dos papéis da avaliação realizada pelos estudantes deve ser o de fornecer ao professor um *feedback* de sua atuação como docente, de forma que possa aprimorar o trabalho com os alunos. Considerando esse contexto, uma boa prática é realizar a avaliação em pelo menos dois momentos do curso. Uma primeira, antes do final do período letivo, permite a adoção de ações de aprimoramento para a turma em andamento. Já a segunda, realizada ao final do curso, além de possibilitar a verificação da efetividade das ações adotadas, traz informações para o planejamento de sua próxima edição.

Ainda que se constituam em um instrumento muito importante para a gestão no Ensino Superior, é natural que as avaliações realizadas pelos discentes apresentem limitações. Por isso, é fundamental que se tenha clareza sobre o que pode e o que não pode ser observado por meio desse instrumento. Buller (2012) sintetiza as potencialidades e limitações das avaliações realizadas pelos estudantes:

[...] na avaliação de um docente, os alunos estão bem posicionados para comentar se as atividades avaliativas foram corrigidas em tempo hábil, o quanto se sentiram adequadamente desafiados por um professor, se o professor cancelou aulas com frequência, em que medida o professor contemplou diferentes estilos de aprendizagem, se o professor disponibilizou horários de atendimento aos alunos e sua eficácia na comunicação.

[Por outro lado], os alunos não estão em condição de avaliar o nível de conhecimento do professor sobre sua disciplina, a adequação dos seus métodos pedagógicos em relação aos assuntos a serem ensinados, se a escala de avaliação adotada pelo professor foi muito ou pouco rígida ou se o docente atua de maneira profissional e cooperativa dentro de seu departamento. (p. 38)

As limitações inerentes às avaliações dos docentes pelos discentes revelam a necessidade de incluir outros instrumentos, sob pena do processo sofrer questionamento por parte do corpo docente, com o argumento de que os estudantes não têm competência para avaliá-los. Tal cenário tende a inviabilizar a inclusão de uma dimensão ligada à atividade de ensino na avaliação do corpo docente.

Além dos discentes graduandos, pode-se também incluir os egressos. Esse grupo pode trazer uma visão mais ampla relacionando o desempenho dos docentes com sua formação ao longo do curso e sua atuação profissional. Há dificuldades operacionais para implementar essa prática. A principal delas é o grande hiato de tempo entre o período em que uma disciplina é cursada e o momento em que é realizada a avaliação. Também costuma ser difícil reunir e motivar os egressos a responderem questionários sobre todos os seus professores do curso de graduação, o que pode resultar em amostras menos significativas. Mas não menos importante em complemento à avaliação realizada pelos discentes.

Outra importante dimensão da avaliação é aquela realizada pela coordenação de curso. Ela proporciona uma visão inicial mais geral do desempenho dos professores ao longo do curso. Com isso, é possível perceber os períodos/disciplinas para os quais o perfil de cada professor tem maior aderência, auxiliando o desenho das futuras alocações de aulas, e a intensificação do trabalho de formação para aqueles professores que não apresentam um bom desempenho docente.

5.3.4 OUTROS INSTRUMENTOS AVALIATIVOS DA PRÁTICA DOCENTE

Face às limitações apontadas, é fundamental incluir outros atores no processo de avaliação das atividades de ensino. Nesse sentido, ganha importância a avaliação por pares, feita por meio da observação de aulas. Segundo Reis (2011), "a observação e a discussão de aulas constituem fatores decisivos na promoção da

reflexão sobre a prática, no desenvolvimento profissional dos professores e, conseqüentemente, na melhoria da ação educativa”.

A observação de aulas é um instrumento que pode ser utilizado em diferentes contextos, com finalidades diversas, como apontado por Reis (2011):

- Um período probatório ou um processo de indução profissional, para promover a integração do docente na comunidade educativa e nas funções a desempenhar.
- Um estágio de iniciação à prática profissional, com os objetivos de proporcionar o contato com práticas de ensino particularmente interessantes de colegas mais experientes ou de permitir a observação, a reflexão e o desenvolvimento das competências profissionais dos estagiários com o apoio de um mentor ou supervisor.
- Processos informais de apoio e desenvolvimento profissional nas escolas, envolvendo grupos de professores na observação, análise e discussão recíprocas de aulas.
- Processos formais de avaliação do desempenho docente, que reconheçam o mérito, constituam um desafio para o desenvolvimento dos professores e apoiem a identificação e superação de fragilidades individuais e coletivas. (p. 7-8)

Pode não ser simples estabelecer uma cultura de observação de aulas entre professores universitários. Trata-se de um assunto sensível, principalmente quando envolve avaliações de desempenho. Por isso, além de se buscar as melhores práticas nessa área, é recomendável considerar outras fontes de informação para compor a avaliação do docente. Podemos citar a análise de planos de aula e materiais didáticos, o desempenho dos estudantes, a visão dos coordenadores e a autoavaliação dos professores, como já citado anteriormente. Um importante fator de credibilidade do processo é que a coleta e análise dessas informações seja realizado de maneira estruturada por um comitê de professores com boa aceitação e reconhecimento pelo corpo docente por sua atuação no ensino.

5.4 INICIATIVAS NACIONAIS E INTERNACIONAIS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Existem no cenário nacional boas práticas de formação de professores de engenharia, promovendo a capacitação nas dimensões técnica, pedagógica e de relacionamento interpessoal. Algumas vezes são realizadas por grupos das próprias instituições de ensino, capacitados para conduzir esse processo, em outras recorrem a protagonistas externos à instituição com competências para o trabalho. Independentemente do modelo adotado, o foco é promover o professor a um melhor nível de compreensão do seu objeto de trabalho que é o conhecimento.

Ainda que se corra o risco de deixar de fora outras experiências exitosas, são apresentados a seguir exemplos de como essa capacitação tem sido feita pelas escolas de engenharia.

5.4.1 INICIATIVAS NACIONAIS

CENTRO DE ESTUDOS E PRÁTICAS PEDAGÓGICAS - UNESP

A UNESP criou em 2012 o Centro de estudos e Práticas Pedagógicas (Cenepp), vinculado à Pró-Reitoria de Graduação da instituição. Os objetivos do Cenepp são: (1) oferecer atividades de formação pedagógica continuada para os professores da UNESP; e (2) desenvolver pesquisa sobre práticas pedagógicas de professores do ensino superior. As atividades de formação pedagógica oferecidas são divididas para três

grupos: (1) todos os membros da comunidade acadêmica, em especial professores; (2) comunidade de uma unidade específica da UNESP; e (3) professores do mesmo polo regional. Entre os anos de 2013 e 2015, 70% dos docentes da UNESP (mais de 2000 professores) já haviam participado de ao menos uma atividade oferecida pelo Cenepp. O centro também desenvolve assessoria junto aos conselhos de graduação, desenvolve pesquisas sobre as práticas pedagógicas e, juntamente com a Pró-Reitoria de Pós-Graduação, elaborou uma disciplina de formação docente para a pós-graduação (Lopes et al., 2016).

PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DA DOCÊNCIA - UFSCAR

A UFSCar oferece desde 2013 o Programa de Desenvolvimento Profissional da Docência (PDD), vinculado às Pró-Reitorias de Graduação e de Extensão e com apoio da Secretaria da Educação à Distância da instituição. O programa foi desenvolvido para os professores novatos da instituição (contratados há no máximo 5 anos) e está inserido no portal dos professores da UFSCar. O PDD é composto por 5 unidades: (1) aprendizagem e desenvolvimento profissional da docência (Espaço de Desenvolvimento da Docência (EDD), módulo realizado totalmente *online*, pelo Moodle); (2) universidade e currículo; (3) planejamento e condições organizacionais para ensino de graduação; (4) avaliação do ensino e da aprendizagem no ensino superior; e (5) princípios e políticas institucionais para ensino superior (MIZUKAMI; REALI; REYES, 2016).

A atividades desenvolvidas no EDD, primeira unidade do PDD, são basicamente para a compreensão e análise dos: (1) processos envolvidos na aprendizagem da docência; (2) dos conhecimentos inerentes ao processo de ensino e aprendizagem; (3) do exercício profissional da docência; e (4) dos desafios da profissão (Mizukami; Reali; Reyes, 2016):

[...] são enfatizados os modelos de base de conhecimento para o ensino, que dizem respeito ao que um professor precisa saber para ensinar bem a todos os seus alunos, e o modelo de raciocínio pedagógico, que se refere a seis subprocessos por meio dos quais a base de conhecimento é construída e expandida ao longo da trajetória profissional dos professores (p. 264).

ACADEMIA DE PROFESSORES - IMT

A Academia de Professores do IMT iniciou suas atividades em 2013 e desde sua inauguração tem como compromisso promover a capacitação docente na instituição agindo em três dimensões: Estratégias ativas para aprendizagem; relacionamento interpessoal e capacitação para a educação mediada pela tecnologia. Nesse sentido, o compartilhamento de experiências de aprendizagem e fundamentação teórica constituem as bases para a reflexão sobre o trabalho docente.

A missão da Academia de Professores é contribuir para a formação de um professor que seja colaborador na construção do Projeto Pedagógico Institucional do CEUN-IMT e alinhado com o Modelo Mauá de Ensino, com base em métodos e estratégias de ensino que promovam um aprendizado efetivo dos Conhecimentos, Habilidades e Atitudes importantes para a formação de um profissional empreendedor, versátil e com forte base técnica e conceitual.

O foco do trabalho da Academia de Professores frente ao grupo de professores da instituição é:

- Formar em estratégias ativas para a aprendizagem;
- Capacitar em tecnologias para o processo de ensino-aprendizagem;
- Promover a melhoria do relacionamento interpessoal;
- Capacitar no suporte à pesquisa;

- Integrar os novos professores;
- Acompanhar a gestão da implementação da inovação.

Para realizar essa missão a Academia de Professores utiliza o serviço de palestrantes e moderadores externos, a competência dos próprios professores do IMT, principalmente daqueles que passaram por formação externa, como é o caso dos participantes na semana de formação do STHM Brasil.

Após mais de seis anos do início de suas atividades, observa-se que a cultura da instituição mudou no que se refere à aceitação e uso de estratégias ativas de aprendizagem, já fazendo parte do repertório do trabalho diário dos professores na ação junto aos estudantes. Há ainda uma evolução quando se observam professores que se aprofundaram na compreensão dessas estratégias e se tornaram multiplicadores desse conhecimento junto aos colegas, sendo até mesmo requisitados para ações externas, levando a instituição a se perceber como provedora desse conteúdo (Mattasoglio Neto, 2017).

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DO ENSINO E APRENDIZAGEM (DEA) - INSPER

O DEA do Insper tem como uma de suas atividades a realização da gestão do corpo docente da escola, juntamente com a Comissão de Gestão do Corpo Docente, com as Coordenações de Cursos e com os Núcleos Docentes Estruturantes (Insper, 2017). O principal objetivo do Núcleo de Gestão do Corpo Docente do DEA é contribuir para a garantia de um corpo docente alinhado à visão educacional da escola e engajado no processo de aprimoramento contínuo. Para tanto, promove diversas iniciativas de aprimoramento contínuo de professores.

Dentre as ações de aprimoramento contínuo promovidas pelo DEA, destacam-se:

- Os **cursos de formação** , voltados a toda comunidade de professores da escola. Como exemplos de temas abordados nesses cursos, podemos citar: Aprendizado Centrado no Aluno, Planejamento de Disciplina e Avaliação de Aprendizado. O DEA recomenda a realização de cursos aos professores novos e aos professores com avaliação abaixo do mínimo esperado na dimensão ensino. Além disso, os professores inscrevem-se de maneira voluntária de acordo com suas necessidades pessoais de desenvolvimento.
- O programa de **observação de aulas** (PAAP – professor assiste aula de professor), em que são sugeridas duplas com um professor novo e outro mais experiente. Há um intercâmbio de observação de aulas entre a dupla (duas ou três aulas de cada um), sendo fornecido feedback e promovidas reflexões sobre a prática de sala de aula.
- As **aulas demonstração** , em que um professor novo apresenta uma aula ou parte de uma aula a um grupo de professores da mesma área e especialistas do DEA e recebe feedback sobre seu desempenho. Antes da apresentação, o professor compartilha o planejamento da aula com um especialista do DEA, já recebendo feedback prévio.

A FORMAÇÃO DOCENTE NO CONTEXTO DA PLATAFORMA FEI DE INOVAÇÃO

A partir de 2016, o Centro Universitário FEI criou o programa institucional Plataforma de Inovação FEI (DO PRADO; DONATO, 2019), o qual se soma à indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, colocando a inovação como prioridade institucional transversal no processo de ensino-aprendizagem. A plataforma conta com um conselho composto por altos executivos e acadêmicos destacados e se sustenta em três pilares estruturantes:

- Fomento à cultura de inovação, por meio da transformação organizacional e cultural em termos de pessoas, espaços e processos;
- Alinhamento a uma agenda de futuro, que forneça referenciais globais e locais para planejamentos institucionais, curriculares e pessoais, pautados pelas megatendências e potencial de impacto no amanhã;
- Curricularização da inovação, por meio da reestruturação dos PPCs favorecendo a flexibilidade, o protagonismo do estudante na construção de suas competências, a cognição e a descoberta, combinando sólida formação conceitual com criatividade frente a problemas mal estruturados.

O primeiro e fundamental pilar do projeto é o de fomento à cultura de inovação que tem como referência a criação de novos espaços inovadores e capacitação docente, por meio de imersões na forma de oficinas, nos cinco passos da inovação (Schöllhammer, 2015). O processo é sustentado e atualizado por meio de eventos semestrais de três dias em que painéis com especialistas externos e internos e novas oficinas proporcionam reflexões, metodologias e ferramentas para o aperfeiçoamento dos projetos pedagógicos e implementação de novas práticas de ensino-aprendizagem.

OUTRAS INICIATIVAS NACIONAIS

- Programa [EA]² da Unicamp;
- Programa de Formação Pedagógica Continuada para a Docência (Forped) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). É oferecido uma ou duas vezes ao ano, no formato de palestras e oficinas presenciais, com objetivo de promover o aprimoramento pedagógico dos professores, posto que muitos deles são bastante jovens e possuem apenas o grau de mestre;
- Consórcio STHEM Brasil (<http://sthembrasil.com/site/>) que congrega universidades, instituições, organizações governamentais, setor privado;
- *Laspau - Academic and Professional Programs for the Americas* - organização sem fins lucrativos, filiada à Universidade de Harvard, focada na capacitação institucional e desenvolvimento de recursos humanos, principalmente por meio da elaboração e do gerenciamento de programas de bolsas de estudos internacionais no nível de pós-graduação;
- Cursos de pós-graduação *lato-sensu* em docência no ensino superior, oferecidos, por exemplo, pela Universidade Paulista (UNIP) e pelo Senac;
- Oficinas de formação para *Educação em Engenharia* realizados em eventos técnicos específicos como o Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE;
- Seminários Internacionais de Educação em Engenharia do grupo de pesquisas *Poli-Edu* da EPUSP.

5.4.2 INICIATIVAS INTERNACIONAIS

No cenário internacional, são bem mais amplas as opções de formação. Há ofertas de cursos em cursos de pós-graduação *stricto-sensu* e *lato-sensu*, programas estruturados dentro das instituições e muitos eventos especificamente na área de educação em engenharia. Grandes eventos como o *World Engineering Education Forum* (WEEF), o *American Society for Engineering Education* (ASEE) *Annual Conference*, o *International Conference on Interactive Collaborative Learning* (ICL), e o *International Society for Engineering Pedagogy* (IGIP) *International Conference on Engineering Pedagogy* são importantes para a troca de experiência e disseminação de novas ideias.

O IGIP lançou em 2016 o *International Engineering Educator Certification Program*, (<http://igip.education/en/program/>) que oferece uma qualificação formal e internacionalmente reconhecida em metodologias de ensino e de aprendizagem para professores, alunos de pós-graduação e interessados dos cursos de engenharia e outros relacionados. O programa é composto de 3 fases, sendo a primeira presencial e as últimas 2 *online*. O currículo do programa conta com temas como ética, colaboração de indústria e universidade, promoção de inovação e criatividade e retenção na educação em engenharia.

Alguns exemplos de universidades com departamentos e programas de pós-graduação de educação em engenharia, com foco na formação para a docência e para a pesquisa em educação em engenharia são apresentados a seguir:

- A *Purdue University* possui a *School of Engineering Education*, unidade responsável pelas disciplinas básicas dos cursos de engenharia, pelas ações interdisciplinares, pela pesquisa em educação em engenharia e pelo oferecimento de pós-graduação em educação em engenharia; (<https://engineering.purdue.edu/ENE>)
- A *Ohio State University* inaugurou recentemente o departamento de educação em engenharia e oferece pós-graduação na área, com as disciplinas *Foundations and the Field of Engineering Education*, *Professional Development in Engineering Education*, *Research Communications e Engineering Education Proposal Writing*; (<https://eed.osu.edu/>)

A universidade *Virginia Tech*, que também tem um departamento de educação em engenharia, oferece uma certificação na área para os alunos que queiram se especializar em ensino; (<https://enge.vt.edu/LaLei.do>)

- A *Tufts University*, por meio da faculdade de educação, oferece um programa de educação em engenharia focado na pré-engenharia (<http://teep.tufts.edu/program/>).

5.5 RECOMENDAÇÕES PARA CAPACITAÇÃO DOCENTE

5.5.1 TUTORIA DOCENTE

A formação de professores na engenharia ainda não está na matriz da graduação e aparece em poucos cursos de pós-graduação, mesmo assim esses engenheiros vão atuar em atividades docentes. Nesse sentido, uma alternativa que poderia gerar resultados na atitude desse novo professor, seria a utilização de tutores. Os novos professores precisam ser acompanhados de um docente mais experiente, considerado uma boa referência na atuação educacional, com objetivo de observar suas práticas de sala de aula, bem como comportamento e atitudes juntos aos alunos, fornecendo assim referenciais para saber como lidar com situações gerais.

Esse procedimento pode ser adotado em níveis distintos, com docentes em período probatório ou recém contratados, com objetivo de realizar a integração com o corpo docente já em exercício e conhecer o *modus operandi* adotado pela instituição.

5.5.2 PARTILHA DE EXPERIÊNCIAS ENTRE PROFESSORES

Um recurso de capacitação do docente é a observação - uma ferramenta utilizada nas pesquisas qualitativas que pode apresentar bons resultados quando usada para fins de avaliação do trabalho docente. Além disso, para aquele que participa como observador, essa prática pode ser uma ferramenta para novas ideias e

referência “do que não fazer” em sala de aula. A mediação e discussão de metodologias de ensino após a observação das dinâmicas de sala de aula pode constituir num significativo aprendizado para a docência.

As observações podem ser feitas de forma colaborativa, com a participação de todos os professores; reuniões individuais e coletivas podem promover melhor integração dos docentes e pode auxiliar em questões práticas de sala de aula.

Esse processo deve ser institucionalizado com objetivo de reconhecer méritos e promover seminários para a divulgação de boas práticas. Segundo Reis (2011), a observação pode gerar feedbacks que serão relevantes para o observado e o observador. Ao estabelecer as políticas de observação das aulas, as instituições podem desenvolver um método próprio adequado ao seu perfil de formação continuada de professores.

5.5.3 CAPACITAÇÃO DE ALUNOS DE PÓS-GRADUAÇÃO PARA DOCÊNCIA EM ENGENHARIA

Os docentes de engenharia podem passar por todos os níveis de formação, da graduação à pós-graduação, sem discutir ou realizar qualquer análise da prática docente. Essa situação é comum no Brasil, pois poucos programas de pós-graduação apresentam disciplinas voltadas para a docência, dificultando a vinculação do tema às pesquisas na área de engenharia. Nesse sentido, uma política de capacitação estruturada se faz necessária para atender essa demanda. Propõe-se a criação de disciplinas nos cursos de pós-graduação em engenharia com foco no ensino.

Como exemplo pode-se citar a FEG/UNESP – campus Guaratinguetá-SP – que oferece no programa de pós-graduação em Engenharia Mecânica a disciplina *Educação em Engenharia para a Sustentabilidade*, com objetivo de apresentar teorias educacionais relevantes ao futuro professor de engenharia (<https://www.feg.unesp.br/#/pos-graduacao/pg-eng-mec/estrutura-curricular/>).

A possibilidade de disponibilizar para o discente de engenharia disciplinas optativas ainda na graduação também se apresenta como um caminho interessante. Para tanto, a disciplina poderia contar com teorias educacionais e a avaliação de aulas criadas pelos próprios estudantes.

5.5.4 REDE DE COOPERAÇÃO PARA CAPACITAÇÃO DOCENTE

Essa rede pode congrega escolas que promovam cursos de Especialização e cursos de *Stricto Sensu* em Educação em Engenharia e, no modelo de redes, permitir a mobilidade de estudantes entre as diferentes instituições que promovam essa formação. Neste caso, o papel da CAPES é fundamental para o reconhecimento e suporte a esses cursos.

5.5.5 CANAIS DE COMUNICAÇÃO ENTRE AS IES

Criação de efetivos canais de comunicação entre as IES para o contínuo relato de boas práticas de formação e capacitação docente, permitindo a experiências exitosas chegarem a outras instituições do Brasil. Um exemplo é o Grupo de Trabalho de Formação Docente da Abenge que utiliza o próprio site da Associação como repositório de boas experiências na formação docente

5.5.6 MENÇÃO DE DESTAQUE

Instituição de Menção de Destaque às instituições que apresentarem as melhores ações na capacitação e formação de professores de Engenharia.

6 INTERAÇÃO ENTRE INSTITUIÇÃO DE ENSINO E AMBIENTE DO TRABALHO

6.1 PARCERIA ENTRE IES E EMPRESAS

Conforme destacado nas seções anteriores, parte importante do processo de formação é o aprendizado pela prática. Esse entendimento tem levado diversos cursos a promover o protagonismo dos alunos, dando-lhes oportunidades para se envolver em ações e projetos em que sejam desafiados a identificar e resolver problemas concretos de empresas e da sociedade, e, desse modo, reproduzir, ainda durante o curso, aspectos relevantes da vivência profissional.

Em sintonia com essa tendência, as novas DCNs defendem no Capítulo III, artigo 8º, que:

§ 2º Deve-se estimular as atividades que articulem simultaneamente a teoria, a prática e o contexto de aplicação, necessárias para o desenvolvimento das competências, estabelecidas no perfil do egresso, incluindo as ações de extensão e a integração empresa-escola” (BRASIL, 2019).

A interação entre instituições de ensino e o ambiente de trabalho é, certamente, uma das principais formas de incentivar a formação mais contextualizada. Para além de ser benéfica para o processo de formação individual do aluno, essa aproximação é um meio de atualizar os currículos e adequar os cursos às necessidades do mercado, que se ressentem do fraco ou insuficiente conhecimento técnico (as chamadas *hard skills*) e não técnico (*soft skills*) dos recém-formados. Essa carência, há anos apontada pelo setor empresarial no Brasil (IEL NC, 2006; CNI, 2015, 2018; CNI et al., 2019), é agravada nessa era de rápidas transformações tecnológicas, em que a competitividade exige crescentemente recursos humanos bem preparados para liderar processos de inovação e desenvolvimento, seja exercendo o papel de colaboradores dentro das empresas, seja como empreendedores à frente de seu próprio negócio.

Essa necessária interação com o mercado pode ocorrer de múltiplas formas, que requerem esforços distintos dos atores para sua estruturação e implementação. O quadro a seguir traz alguns exemplos de parcerias possíveis que podem ser firmadas entre IES e empresas.

Quadro 4 - Tipos de parceria universidade-empresa

Tipo de parceria	Descrição
Participação empresarial na definição dos projetos pedagógicos dos cursos	Participação empresarial em conselho(s) consultivo(s) de curso(s) de engenharia ou em instâncias superiores de decisão, a fim de contribuir na definição do perfil do egresso e das competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos projetos pedagógicos dos cursos
Disciplinas com base em demandas empresariais	Oferta de disciplinas ou módulos estruturados com base em necessidades empresariais e realização de Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC) com empresas
Competições baseadas em demandas empresariais	Participação em desafios focados em demandas do setor industrial (ex.: <i>hackathons</i>)
Ações de empreendedorismo	Apoio a projetos empreendedores de alunos (foco na criação de negócios)
Acesso à infraestrutura empresarial	Utilização de laboratórios das empresas para a oferta de treinamentos, módulos ou disciplinas
Tempo da empresa investido em alunos	Realização de mentoria ou oferta de cursos/módulos/disciplinas (ex.: <i>one-day/summer courses</i>) pelas empresas

Tempo da empresa investido em professores	Participação de empresas em atividades de capacitação de professores (ex.: cursos, palestras, treinamentos etc.)
Investimento empresarial em infraestrutura universitária	Realização de doações de recursos ou investimento em infraestrutura de pesquisa para os cursos de engenharia (ex.: criação de laboratórios, centros de treinamento, compra de equipamentos etc.)
Apoio e/ou participação das empresas em eventos universitários	Apoio e/ou participação em eventos acadêmicos de engenharia (ex.: Semana da Engenharia, competições de robôs, feira de estágios e empregos, congressos etc.)
Concessão de bolsas e premiações pelas empresas	Pagamento de bolsas/premiações pelas empresas (iniciação científica, estágio)

Fonte: Adaptado de CNI et al. (2019).

Alguns dessas formas de parcerias são detalhadas a seguir, tendo como base, experiências concretas e exitosas de relacionamento, sobretudo com o setor industrial (CNI et al., 2019).

6.2 BOAS PRÁTICAS DE INTERAÇÃO ENTRE IES E EMPRESAS NO BRASIL

6.2.1 OFERTA DE DISCIPLINAS OU MÓDULOS ESTRUTURADOS COM BASE EM NECESSIDADES EMPRESARIAIS E REALIZAÇÃO DE TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC) COM EMPRESAS

O **Instituto Mauá de Tecnologia (Mauá)**, em paralelo à disponibilização de disciplinas tradicionais, oferece os chamados projetos e atividades especiais (PAEs). Congregando atividades de complementação curricular oferecidas semestralmente de maneira eletiva, predominantemente na forma de desafios enfrentados pelo mercado, os projetos são estruturados por professores, que dispõem de grande liberdade para propor atividades envolvendo uma vasta diversidade de conteúdos e estratégias pedagógicas, e por profissionais da indústria, que atuam como consultores que apoiam os alunos na busca de soluções

Os PAEs têm carga horária média de 40 horas por semestre e são disponibilizados desde o primeiro ano acadêmico para os estudantes, que precisam fazer pelo menos quatro atividades/projetos nessa modalidade de disciplina por ano. Atualmente, consistem em cerca de 15% da carga horária de integralização dos cursos de Engenharia da Mauá.

Por meio dos PAEs, foi possível flexibilizar os conteúdos disciplinares, criar a possibilidade de modernização permanente dos temas e abrir espaço para uma abordagem dinâmica de problemas concretos vividos pelas empresas. Dessa forma, contribuem para reafirmar o compromisso da instituição com a formação de engenheiros alinhados com as demandas prioritárias do mercado, tanto do ponto de vista técnico como no que diz respeito ao conjunto de habilidades pessoais requeridas. Outras características da iniciativa são:

- Envolvem e integram, sempre que possível, conteúdos técnicos transversais relacionados à Engenharia, ao *Design* e à Administração, fazendo com que os projetos sejam concebidos levando-se em consideração a viabilidade técnica, a viabilidade econômica e a experiência do usuário, requisitos essenciais para que a inovação de fato aconteça;
- Dentre as mais de 200 atividades oferecidas semestralmente aos estudantes, há tanto projetos técnicos como workshops e outras atividades visando ao desenvolvimento de competências socioemocionais;

- Não são vinculados a um curso específico ou a uma série determinada, nem têm quaisquer pré-requisitos para participação. Ou seja, abrangem alunos de diferentes cursos e séries, promovendo uma integração entre as diversas áreas do conhecimento, consolidando conteúdos e formas de trabalho interdisciplinares;
- Após a delimitação das condições de contorno dos problemas, os estudantes elaboram propostas de soluções que, por vezes, são apresentadas no formato de *pitch* e avaliadas por uma banca composta por profissionais com experiência em cada um dos temas abordados.

No curso de Engenharia Civil da **Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ)**, a maior interação com o mercado foi estimulada por meio da adoção da Metodologia para Projetos Integrados (MPI). Seu objetivo é articular as práticas de projeto de diversas disciplinas do curso, de forma a desonerar as práticas individuais. Ao todo, 15 disciplinas, envolvendo mais de 300 alunos, seguem essa metodologia, que basicamente funciona assim:

- Os professores buscam junto aos *players* do mercado AEC (empresas de Arquitetura, Engenharia e Construção), obras reais (chamadas de objetos de estudo) que possam permitir aos alunos uma vivência prática no empreendimento de um produto;
- As matérias do currículo do ciclo profissional do curso são agrupadas em módulos integradores, em quatro níveis. Cada módulo integra um conjunto de matérias que abordam diferentes disciplinas de um projeto único de Engenharia Civil. Por exemplo, matérias como Estruturas de Concreto Armado, Instalações Elétricas ou Instalações Hidráulicas trabalham com projetos envolvendo o mesmo empreendimento, de tal maneira que o aluno tenha uma visão sistêmica do projeto de engenharia;
- Os alunos seguem envolvido com a determinada obra/objeto de estudo na sequência semestral do ciclo profissional do curso, por meio dos módulos integradores, acrescentando conhecimento de forma "espiral". Ao final do curso, o aluno pode aproveitar o projeto de engenharia como parte do seu Projeto Final de Graduação.

No **Inspier**, entre as ações de integração universidade-empresa, destaca-se o Projeto Final de Engenharia (PFE). Os PFEs partem da identificação de um problema do mundo real e procuram apresentar propostas inovadoras para solucioná-lo. Trata-se, assim, de uma iniciativa inspirada nos denominados *Senior Capstones*, que representam o ponto culminante dos cursos de graduação nos Estados Unidos. Dentre as características da iniciativa, destacam-se:

- Os projetos são realizados por grupos de até quatro alunos, que podem pertencer aos três diferentes cursos de Engenharia, a depender da abrangência e do escopo de cada um dos projetos, e contam com a orientação de um membro do corpo docente e com a colaboração ativa de um parceiro industrial;
- O processo de construção dos projetos começa com a iniciativa de sensibilização das empresas para a importância de formalizar demandas de elaboração de projetos de interesse envolvendo esforços de inovação e prospecção de soluções para os problemas reais apresentados;
- As demandas podem ser apresentadas não apenas por empresas, mas também por instituições públicas ou por organizações sociais que busquem soluções associadas à área de Engenharia. Em qualquer hipótese, busca-se privilegiar as demandas efetivamente relacionadas à prática da engenharia. Isso quer dizer que empresas que têm apenas escritórios de representação (e que não fazem, por exemplo, desenvolvimento de produtos no Brasil) não tendem a fazer parte do universo atendido. Em 2018, os alunos da primeira turma de Engenharia tiveram acesso a mais de 30 projetos sugeridos por empresas parceiras, que assumem o compromisso de receber os alunos e/ou de promover reuniões semanais, idealmente nas empresas;

- Como regra geral, o trabalho envolve a mobilização de habilidades técnicas, organizacionais, interpessoais e de comunicação, por exemplo, valorizando a capacidade de trabalho em equipe, o espírito empreendedor e os conhecimentos em *design*. Esses são alguns dos critérios utilizados pelas bancas de avaliação intermediária e final, que são compostas por acadêmicos do Insper, a maioria com experiência de trabalho na indústria;
- O PFE equivale aos alunos a quatro disciplinas regulares, compondo os requisitos necessários para a conclusão de seus cursos de graduação em Engenharia, enquanto para as empresas, além da divulgação da marca e dos produtos, o envolvimento nos PFEs é tanto uma oportunidade para prototipar e validar soluções em engenharia, quanto de prospecção de talentos e recrutamento de pessoas para programas de estágios e *trainees*.

6.2.2 APOIO A PROJETOS EMPREENDEDORES DE ALUNOS (FOCO NA CRIAÇÃO DE NEGÓCIOS)

O **Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel)** valoriza o treinamento prático dos alunos e o empreendedorismo, que permeia suas diretrizes, disciplinas, projetos de pesquisa e outras atividades técnicas e científicas desenvolvidas pela comunidade acadêmica. O Núcleo de Empreendedorismo (NEmp) unifica as atividades empreendedoras do Instituto, coordenando um conjunto de ações e eventos voltados para a formação de empreendedores e para o estímulo à criação de novas empresas, de modo a contribuir para a aplicação dos conhecimentos acumulados nas áreas de Engenharia e para o desenvolvimento da economia local e regional. As ações são voltadas a estudantes, alunos egressos, professores e funcionários da faculdade, bem como à comunidade local.

O Núcleo é composto por um laboratório de ideação associado a um Fab Lab, uma pré-incubadora e uma incubadora de empresas e projetos, com capacidade para acolher simultaneamente 11 empreendimentos. Nesse ambiente, já surgiram cerca de 15 empresas de alunos ainda na graduação. De modo geral, o NEmp se mantém com recursos próprios da Fundação do Inatel (Finatel), arrecadação junto a empresas incubadas e apoio de órgãos de fomento. Suas principais características são:

- Todos os alunos de graduação do Inatel passam pelo NEmp, uma vez que há um conjunto de atividades complementares obrigatórias, como treinamentos e workshops;
- Nove pessoas são responsáveis pelas atividades do Núcleo, cinco delas funcionários do Inatel e quatro, estagiários;
- No Laboratório de Ideação, estruturado para ser um modelo completo de fábrica de prototipagem de ideias, os alunos têm acesso a impressoras 3D de última geração, máquinas de usinagem para placas de circuito impresso, equipamentos para corte a laser e CNCs Routers de pequeno e grande formato, além de receberem treinamentos pontuais e periódicos para o uso de equipamentos de prototipagem e para o desenvolvimento de metodologias por meio de palestras, oficinas, workshops, *hackathons* e *demodays*;
- O Fab Lab Inatel é um espaço acadêmico e profissional, com infraestrutura que atende a padrões internacionais de Fab Labs, tendo como referência as orientações da Fab Foundation, à qual está associado. Por meio do Programa Inatel Maker, composto por uma série de cursos voltados para habilitar e certificar pessoas para utilizar com excelência o Laboratório de Ideação e o Fab Lab, o Inatel dissemina a utilização de metodologias *hands on* e de aprendizado por meio de projetos que poderão ser prototipados nos diversos equipamentos de fabricação digital disponíveis;

- A Pré-incubadora de Empresas e Projetos acolhe projetos ainda não totalmente maduros, em busca da modelagem mais adequada para o negócio e de um parecer conclusivo sobre sua viabilidade técnica, mercadológica e financeira. O programa de pré-incubação tem duração de até nove meses, ao longo dos quais os projetos passam por etapas como: i) a validação da ideia e a modelagem do negócio; ii) a construção de validação do Mínimo Produto Viável (MPV); iii) a elaboração de um plano de negócios; iv) a realização de pesquisa de mercado; v) a organização de visitas e missões empreendedoras; e vi) a elaboração de estudos de viabilidade;
- A incubadora de projetos e empresas do Inatel, por sua vez, possui uma área de aproximadamente 1.000 m², com ambientes individuais e exclusivos para as empresas, salas de reuniões e treinamentos, biblioteca, laboratório de prototipagem rápida e impressão 3D e equipamentos laboratoriais de medição e controle e para P&D. Além de infraestrutura, oferece serviços de apoio, como suporte em gestão, auxílio na captação e gestão de recursos financeiros, treinamentos, mentorias e consultorias especializadas;
- O NEmp também disponibiliza uma iniciativa de pré-aceleração de empresas em parceria com a Ericsson (empresa parceira do Inatel há 50 anos) e o Telefónica Open Future, programa global que agrega todas as iniciativas do Grupo Telefónica relacionadas ao empreendedorismo e à inovação aberta.

Na **Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)**, o apoio às empresas juniores é uma das formas de promover o empreendedorismo e preparar os estudantes para uma atuação profissional em maior sintonia com as demandas de mercado.

A UFMG possui seis empresas juniores que prestam serviços e desenvolvem projetos em parceria com empresas em várias áreas da engenharia, sob a orientação e supervisão de professores e profissionais especializados. A iniciativa é entendida como um reforço ao aprendizado prático dos alunos em seus respectivos campos de atuação, além de contribuírem para a promoção de uma maior interação entre a academia e o mercado de trabalho. Alguns aspectos de sua operacionalização:

- Como regra geral, os alunos são estimulados a participar não são apenas pelo fato de que a atividade, em vários casos, pode acrescentar créditos a seus históricos escolares (o que é importante para que possam dispor de tempo para se dedicar aos projetos), mas também porque aprendem a negociar, a definir os preços dos serviços e a se relacionar com o mercado, além de enfrentarem os desafios de prazo e escopo dos serviços e projetos contratados – em outras palavras, exercitam habilidades de desenvolvimento e gestão de projetos;
- Em que pese as empresas juniores terem como clientes predominantemente organizações de pequeno e médio porte, elas atendem também grandes companhias e prefeituras, uma vez que apresentam custos competitivos e diferenciais associados à sua inserção acadêmica, logo, têm a oportunidade de se relacionar com um público diverso.
- Para os professores, a atuação associada às empresas juniores integra a lista das atividades que desempenham junto a seus departamentos, mas por não serem consideradas atividades de extensão, não têm a possibilidade de serem contabilizadas na carga horária de trabalho docente.

Na **Universidade de Vassouras (RJ)**, para estimular a cultura empreendedora na região sul-fluminense, foi firmado um convênio de cooperação técnica com o SEBRAE-RJ para capacitação de docentes e alunos da universidade, em especial do curso de Engenharia. Como parte do convênio, passou-se a oferecer a disciplina Empreendedorismo e Inovação, desenvolvida e utilizada pelo SEBRAE, e que está estruturada em

quatro módulos, cada um composto por cinco aulas, totalizando 60 horas de aulas presenciais com os estudantes. O convênio prevê:

- Uma primeira etapa de implementação, com capacitação de 17 docentes da universidade, que ao longo de três dias realizaram os quatro módulos da disciplina, num total de 24 horas de curso;
- Após a capacitação dos docentes, foi dedicado um semestre ao planejamento da execução da disciplina junto aos coordenadores de curso de graduação e docentes, e no segundo semestre o curso teve início com 8 turmas, totalizando 200 alunos;
- A disciplina, que pode ser oferecida nas modalidades obrigatória, optativa ou extensão, possui os módulos de Empreendedorismo, Inovação, Ferramentas e Modelagem, em cujas aulas se faz uso de metodologias ativas, principalmente de sala de aula invertida;

Como resultado, foram gerados até o momento 20 projetos modelados pelos alunos com temas diversificados, tais como jogos educativos e aplicativos. A avaliação se dá por meio de apresentação dos projetos elaborados em grupos pelos estudantes.

6.2.3 REALIZAÇÃO DE DOAÇÕES DE RECURSOS OU INVESTIMENTO EM INFRAESTRUTURA DE PESQUISA PARA OS CURSOS DE ENGENHARIA

Para o **Centro Universitário da Fundação Educacional Inaciana Padre Saboia de Medeiros (FEI)** está claro o compromisso da instituição com o desenvolvimento e a transferência de tecnologia para o setor produtivo, seja por meio da oferta de serviços tecnológicos, da prestação de assessoria ou da estruturação de projetos em áreas da engenharia. Atualmente, o relacionamento com o setor empresarial ocorre sobretudo por meio da Agência FEI de Inovação (AGFEI), que funciona como Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT). Além de estimular a interação universidade-empresa, a agência procura despertar o viés empreendedor dos alunos, apoiando-os na participação de eventos de empreendedorismo e inovação, bem como estimulando sua participação nos projetos realizados em parceria com as empresas.

A atmosfera de estímulo à integração entre universidade e empresas tem favorecido diversas relações de parcerias, entre elas a criação de laboratórios de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias de ponta. Destacam-se quatro experiências que contaram com investimentos da própria instituição e das empresas parceiras: i) Laboratório de Manufatura Digital – parceria com a Siemens e com a SPI Integradora; ii) Laboratório de Integridade Estrutural e Desempenho de Materiais – parceria com a Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração (CBMM); iii) Laboratório de Inovação em Internet das Coisas (IoT, no acrônimo em inglês) – parceria com a Telefônica Vivo; e iv) Laboratório de Eletrônica de Potência – parceria com a SMS Legrand.

As negociações desse tipo, que antes começavam via contatos pessoais estabelecidos entre docentes e empresas, muitas vezes representadas por antigos alunos da instituição, atualmente, assumem um caráter mais institucionalizado, por meio da AGFEI. Nesse caso, a demanda parte da empresa e a FEI busca identificar os professores e pesquisadores capazes de implementar o projeto. Para a FEI, a presença dos laboratórios são um meio de viabilizar tanto o desenvolvimento de pesquisas, das quais se beneficiam diretamente as equipes envolvidas e indiretamente toda a comunidade do campus, como para contribuir para uma formação mais sólida dos alunos de graduação frente às demandas do mercado de trabalho, uma vez que têm a oportunidades de se envolver na solução de problemas reais trazidos pelas próprias empresas.

6.2.4 ACORDOS DE COOPERAÇÃO COM MÚLTIPLAS AÇÕES

O **Grupo Positivo** possui alguns acordos de cooperação com o setor produtivo, entre os quais destaca-se um programa de intercâmbio científico e tecnológico com uma empresa, que compreende atividades de pesquisa, desenvolvimento, formação e treinamento de recursos humanos, absorção e transferências de tecnologias, serviços educacionais de pesquisa e extensão e a utilização e disponibilização das instalações, laboratórios, unidades de serviços, materiais de laboratório, programas de computador e demais bens necessários para a execução dos projetos específicos ajustados por meio de termos aditivos.

O acordo tem propiciado aos alunos a participação em diversas atividades, tais como:

- desenvolvimento de projetos finais de curso em temas propostos pela empresa parceira e acompanhados tanto pelos professores quanto por profissionais de mercado;
- *hackathons* na empresa, com participação de alunos da UP;
- Programa de Iniciação Científica, sob orientação conjunta da universidade e da empresa;
- Atividades curriculares nas instalações da empresa, que disponibiliza espaços e funcionários;
- Visitas técnicas às empresas;
- Interação com o fórum de líderes, via programa de desenvolvimento de lideranças oferecido a todos os representantes de turma, anualmente promove-se a interação das lideranças estudantis com os gestores que atuam no mercado;
- Programa de estágio;
- Eventos com participação de palestrantes estrangeiros.

6.3 RECOMENDAÇÕES GERAIS

Considerando os exemplos acima, mas sem a pretensão de esgotar o tema, seguem recomendações para estimular a aproximação entre IES e empresas, de modo a promover uma formação mais contextualizada nos cursos de engenharia:

- Haver o reconhecimento por parte da IES da importância de interagir com atores externos e contribuir para a solução de problemas concretos enfrentados por eles;
- Contar com o apoio das instâncias superiores para induzir a adoção de novas abordagens de ensino-aprendizagem que envolvam maior aproximação com o mercado;
- Incluir no Projeto Pedagógico do Curso (PPC) atividades sistêmicas de interação entre empresas e discentes;
- Identificar e apoiar professores interessados em trabalhar com instituições não-acadêmicas e com aptidão para desenvolver soluções ou sensibilizar os professores para a necessidade de mudança pedagógica nessa direção;
- Estimular a capacitação dos docentes em metodologias de aprendizagem ativa, que trarão maior facilidade para o desenvolvimento de projetos interdisciplinares;
- Nas avaliações das atividades dos docentes, valorizar aquelas ligadas a facilitar e promover a interação academia-empresa;

- Oferecer espaço físico, infraestrutura e recursos humanos para o desenvolvimento de projetos, preferencialmente que permitam a realização de atividades colaborativas e interdisciplinares;
- Dispor de estrutura ou pessoal para prospectar problemas reais e captar projetos nas empresas e/ou na sociedade, inclusive agilidade jurídica para viabilizar pedidos das empresas em relação à confidencialidade e à propriedade intelectual;
- Criar formas diferentes de estágio (tipo de atividades, número de horas, local etc.) que permitam ao aluno flexibilizá-lo e que não conflite com as atividades acadêmicas;
- Criar canais específicos nas IES para divulgar competências e infraestrutura em pesquisa, a fim de facilitar a cooperação com o público não-acadêmico;
- Estabelecer acordos formais, com clareza de objetivos e de contrapartidas;
- Buscar recursos públicos de estímulo a projetos cooperativos entre empresas e instituições de ciência e tecnologia, como a Lei de Informática, programas de apoio ao empreendedorismo etc.

7 ATRIBUIÇÃO PROFISSIONAL

Durante o processo de formação diversas atividades contribuem para gerar competências aos egressos dos cursos de engenharia. É possível destacar:

- Atividades de Campo;
- Atividades Acadêmicas Complementares;
- Atividades de Extensão, exercidas preferencialmente dentro da área de engenharia;
- Estágio Curricular, preferencialmente no Mercado de Trabalho de atuação do engenheiro;
- Estágio Não Curricular preferencialmente no Mercado de Trabalho de atuação do engenheiro.

Estas atividades devem contemplar os itens do artigo 1º da resolução 218, 29 de junho de 1973 (CONFEA, 1973), a qual discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia e Agronomia, e atende ao disposto na alínea "b" do artigo 6º e parágrafo único do artigo 84 da Lei nº 5.194, de 24 de dezembro 1966:

“Art. 1º - Para efeito de fiscalização do exercício profissional correspondente às diferentes modalidades da Engenharia e Agronomia em nível superior e em nível médio, ficam designadas as seguintes atividades:

Atividade 01 - Supervisão, coordenação e orientação técnica;

Atividade 02 - Estudo, planejamento, projeto e especificação;

Atividade 03 - Estudo de viabilidade técnico-econômica;

Atividade 04 - Assistência, assessoria e consultoria;

Atividade 05 - Direção de obra e serviço técnico;

Atividade 06 - Vistoria, perícia, avaliação, arbitramento, laudo e parecer técnico;

Atividade 07 - Desempenho de cargo e função técnica;

Atividade 08 - Ensino, pesquisa, análise, experimentação, ensaio e divulgação técnica; extensão;

Atividade 09 - Elaboração de orçamento;

Atividade 10 - Padronização, mensuração e controle de qualidade;

Atividade 11 - Execução de obra e serviço técnico;

Atividade 12 - Fiscalização de obra e serviço técnico;

Atividade 13 - Produção técnica e especializada;

Atividade 14 - Condução de trabalho técnico;

Atividade 15 - Condução de equipe de instalação, montagem, operação, reparo ou manutenção;

Atividade 16 - Execução de instalação, montagem e reparo;

Atividade 17 - Operação e manutenção de equipamento e instalação;

Atividade 18 - Execução de desenho técnico.”

A descrição destas atividades deve estar presente no PPC do curso, em conjunto com as competências pretendidas. As mesmas preparam os egressos para a alta competitividade do mercado de trabalho, cômicos da importância da educação continuada, da ética e da responsabilidade social, para que exerçam a cidadania plena dentro de princípios éticos e morais, além de responsabilidade social e senso crítico.

O PPC deve, em função das atividades trabalhadas para desenvolver competências, descrever as áreas de atuação do egresso do curso, facilitando as Comissões de Educação e Atribuições Profissionais dos CREAs - CEAPs regionais - na análise de concessão das atribuições iniciais em função das atividades previstas no Art 1º da resolução 218/1973. Um manual de procedimentos de atribuições está em preparação, de acordo com a resolução 1073 de 19 de abril de 2016 (CONFEA, 2016), a qual regulamenta a atribuição de títulos, atividades, competências e campos de atuação profissionais aos profissionais registrados no Sistema Confea/Crea para efeito de fiscalização do exercício profissional no âmbito da Engenharia e da Agronomia, e será, futuramente, disponibilizado às Instituições de ensino.

Uma recomendação importante é que o Trabalho de Conclusão de Curso – TCC - seja projeto de engenharia e não monografia científica, de forma a desenvolver competências de trabalho de equipe necessárias ao engenheiro.

Os convênios Empresa-Universidade devem ser descritos no PPC para que as atividades vivenciadas pelos alunos possam agregar valor, não só capacitação tecnológica, como também realçar as habilidades trabalhadas e as respectivas áreas de atuação.

Com relação aos tópicos de avaliação, foi destacado o termo de colaboração entre o MEC e o Confea para a regulação e supervisão de ensino superior, firmado em 8 de dezembro de 2007. Foram também destacadas as ações da CEAP/Confea junto ao poder legislativo objetivando alterações no decreto 9235 de 2017, onde, de acordo com a PL-1625/2018 do Confea, sugere nova redação do artigo 41 e de seus parágrafos 3º e 4º bem como do artigo 93 do referido decreto.

A necessidade da certificação foi citada, tendo que ser discutida e estar inserida na legislação, visto que é inconcebível que um egresso de um curso superior tenha as mesmas atribuições de um engenheiro *master* que atue há anos no mercado de trabalho.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABMES, Associação Brasileira de Mantenedoras de Ensino Superior. Resolução nº. 2, 24 de abril de 2019. Brasília, 2019.

ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, D. R. (Eds.) **A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: a revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives**. New York: Longman, 2001.

ASIBEI, 2015. Declaración de USHUAIA, Argentina. Formación de Profesores: por una docencia de calidad. Noviembre de 2015.

BLOOM, B.; HASTINGS, J. T.; MADAUS, G.F. **Manual de Avaliação Formativa e Somativa do Aprendizado Escolar**. São Paulo: Pioneira, 1983.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CES n.1/2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=109871-pces001-19-1&category_slug=marco-2019-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 30 set. 2019.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES n.2/2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=112681-rces002-19&category_slug=abril-2019-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 30 set. 2019.

BULLER, J. L. **Best practices in faculty evaluation: a practical guide for academic leaders**. San Francisco: John Wiley & Sons, 2012.

BULLER, J. L. **The essential academic dean or provost: a comprehensive desk reference**. San Francisco: John Wiley & Sons, 2015.

CNI. **Fortalecimento das Engenharias**. Brasília: CNI, 2015. Disponível em: < <https://go.aws/2y3TXW2>> . Acesso em: 12 abr. 2020.

CNI. **Destaque de Inovação: recomendações para o fortalecimento e modernização do ensino de Engenharia no Brasil**. Brasília: CNI, 2018. Disponível em: <<https://go.aws/2Xs9t8E>> . Acesso em: 12 abr. 2020.

CNI et al. **Destaques da MEI: boas práticas de parceria universidade-empresa em cursos de graduação em engenharia**. Brasília: CNI, 2019. Disponível em: <<https://bityli.com/JsVy9>> . Acesso em: 12 abr. 2020.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Resolução n.218/1973. Disponível em: <<https://normativos.confea.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=266&idTiposEmentas=5&Numero=218&AnoIni=&AnoFim=&PalavraChave=&buscarem=conteudo&vigente=>>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

CONFEA. Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. Resolução n.1073/2016. Disponível em: <<https://normativos.confea.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=59111&idTiposEmentas=5&Numero=1073&AnoIni=&AnoFim=&PalavraChave=&buscarem=conteudo&vigente=>>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

COELHO, L. G. Análise da necessidade de formação docente e proposta de programa de formação e desenvolvimento profissional para docentes de Engenharia. **Tese de Doutorado**. Orientador: José Aquiles Baesso Grimoni. PPGEE - Epusp – 214 páginas, 2017.

CRAWLEY, E.; MALMQVIST, J.; ÖSTLUND, S.; BRODEUR, D.; ESTRÖM, K. **Rethinking Engineering Education: the CDIO approach**. 2.ed. New York: Springer, 2014.

CROPLEY, D. H. **Creativity in Engineering: novel solutions to complex problems**. London: Academic, 2015

DO PRADO, F.; DONATO, G.H.B. Visão, protagonismo e domínio do processo inovador como forças motrizes do processo de aprendizado. In: OLIVEIRA, V. F. (Org.) **A Engenharia e as Novas DCNs: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros**. Rio de Janeiro: LTC, p.104, 2019.

ELMÔR FILHO, G.; SAUER, L. Z.; ALMEIDA, N. N.; VILLAS-BOAS, V. **Uma Nova Sala de Aula é Possível: aprendizagem ativa na educação em engenharia**. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

FALCÃO, M. Sobram vagas para talentos especializados em tecnologia. **Jornal Valor Econômico**, 14.10.2019. Disponível em: <https://valor.globo.com/carreira/noticia/2019/10/14/sobram-vagas-para-talentos-especializados-em-tecnologia.ghtml>. Acesso em: 10 março 2020.

FERRAZ, T, G. A.; LORDELO, S. N. B.; SAMPAIO, R. R. Avaliação dos Estudantes: o que muda e como se adequar às novas diretrizes? In: OLIVEIRA, V. F. (Org.) **A Engenharia e as Novas DCNs: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros**. Rio de Janeiro: LTC, 2019

GIANESI, I.G.N.; de ANGELO, D.M.P; MASSI, J.M. **Formação de Professores: desenho e disciplinas e cursos para a garantia da aprendizagem**. São Paulo, Atlas, 2020.

GONCZI, A. Competency Based Assessment in the Professions in Australia. *Assessment in Education: Principles. Policy & Practice*, v.1, n.1, p.27, 1994.

GRAHAM, Ruth. New Engineering Education Transformation – NEET. **The Global State of the Art in Engineering Education**. Massachusetts Institute of Technology - MIT, Cambridge, 2018.

HEYWOOD, J. **The Assessment of Learning in Engineering Education**. Hoboken, NJ: Wiley, 2016

IEL NC. **Inova engenharia: propostas para a modernização da educação em engenharia no Brasil**. Brasília: IEL.NC/SENAI.DN, 2006. Disponível em: <<https://go.aws/3c307V0>>. Acesso em: 12 abr. 2020.

INSPER. DEA-Desenvolvimento de Ensino e Aprendizagem. **Book – Gestão da Aprendizagem**. 1ª versão, São Paulo, 2017.

KAMP, A. **Engineering Education in the Rapidly Changing World: rethinking the vision for Higher Engineering Education**. Delft University of Technology, 2016.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições**. São Paulo: Cortez, 2014.

MASETTO, M.T. **Competência pedagógica do professor universitário**. São Paulo: Summus, 2003.

MATTASOGLIO Neto, O. A ação institucional de formação de professores em Aprendizagem Ativa: relato de caso. **Anais: III Fórum STHM Brasil**. Maringá, 2017

MESQUITA, D. I. A. **O currículo da formação em engenharia no âmbito do processo de Bolonha: desenvolvimento de competências e perfil profissional na perspectiva dos docentes, dos estudantes e dos profissionais**. 2015. Tese. Universidade do Minho, Portugal, 2015.

ONU. **Objetivos de desenvolvimento sustentável**. 2015. <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em 30 jan. 2020.

PIMENTA, S. G., ANASTASIOU, L. G. C. **Docência no Ensino Superior**. São Paulo: Cortez Ed., 2ª edição, 2005.

REIS, P. **Observação de Aulas e Avaliação do Desempenho Docente**. Ministério da Educação – Conselho Científico para a Avaliação de Professores. Lisboa, Portugal. Disponível em: <<https://jucienbertoldo.com/wp-content/uploads/2012/10/observac3a7c3a3o-de-aula-avaliac3a7c3a3o-do-desempenho-docente-pedro-reis.pdf>>. Acesso em: 03 dez. 2019.

ROEGIERS, X. A Conceptual Framework for Competencies Assessment. **Current and Critical Issues in the Curriculum and Learning** n.4. Geneva: UNESCO, 2016.

SCALLON, G. **Avaliação da Aprendizagem numa Abordagem por Competências**. Curitiba: PUCPress, 2015.

SCHÖLLHAMMER, S. **Fostering students' entrepreneurship and open innovation in university-industry collaboration**, 2015. Disponível em: <http://www.idealab.uns.ac.rs/pub/download/14260692107121_idealab_trainings_idea_generation_idea_selection_unistutt_2015-01-30_handout.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2020.

TONINI, A. M.; ANDRADE, W. T. As Competências Profissionais do Engenheiro nas Situações de Trabalho e os Modelos Organizacionais. In: OLIVEIRA, V. F. (Org.) **A Engenharia e as Novas DCNs: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros**. Rio de Janeiro: LTC, 2019

Vasconcelos, G. Interação entre universidade e empresa no país é subestimada. **Jornal Valor Econômico**, 6 jan. 2020. Disponível em: <https://valor.globo.com/brasil/noticia/2020/01/06/interacao-entre-universidade-e-empresa-no-pais-e-subestimada.ghtml> Acesso em 10 ma. 2020.

ZABALA, A.; ARNAU, L. **Como Aprender e Ensinar Competências**. Porto Alegre, Penso, 2014.