



**mei**  
MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL  
PELA INOVAÇÃO

# **INOVAÇÃO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA**

## **PROPOSTA DE DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS PARA O CURSO DE ENGENHARIA**

Brasília  
Janeiro, 2018

## SUMÁRIO

SIGLAS.....	3
PROPOSTA CONJUNTA .....	4
1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	4
2. DIRETRIZES.....	5
3. ENGENHARIA .....	5
4. MODALIDADES E ÊNFASES DA ENGENHARIA .....	6
5. PERFIL DO EGRESSO.....	7
6. COMPETÊNCIAS.....	9
7. ESTRATÉGIAS E MÉTODOS DE APRENDIZAGEM.....	12
8. PROJETO DO CURSO (PPC) E PROJETO PARA EXECUÇÃO DO PPC.....	13
9. CARGA HORÁRIA E TEMPO DE INTEGRALIZAÇÃO DOS CURSOS .....	13
10. ORGANIZAÇÃO DOS CURSOS (VERTICAL, EM CICLOS OU OUTROS) .....	14
11. INTERAÇÃO DO CURSO COM OUTRAS ORGANIZAÇÕES .....	15
12. PERFIL DO PESSOAL DO CURSO .....	16
13. POLÍTICA DE RELAÇÃO COM OS EGRESSOS .....	17
14. AVALIAÇÃO AUTOAVALIAÇÃO DE CURSOS DE ENGENHARIA .....	17

## **SIGLAS**

ABENGE – Associação Brasileira de Educação em Engenharia

CES – Câmara de Educação Superior

CNE – Conselho Nacional de Educação

CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia

CREA – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia

DCNs – Diretrizes Curriculares Nacionais

EAD – Educação à Distância

ENADE – Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes

IES – Instituição de Educação Superior

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

MEI/CNI – Mobilização Empresarial pela Inovação/Confederação Nacional da Indústria

PNE – Plano Nacional de Educação

PPC – Projeto Pedagógico de Curso

SESU/MEC – Secretaria de Educação Superior do Ministério da Educação

## INOVAÇÃO NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

### PROPOSTA DE DIRETRIZES PARA O CURSO DE ENGENHARIA

#### PROPOSTA CONJUNTA

##### ABENGE – MEI/CNI

### 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Em 07 de agosto de 2017, reuniram-se na Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação (CES/CNE) a convite do seu Presidente, Professor *Luiz Roberto Liza Curi*:

- *Paulo M V B Barone* (Secretário da Educação Superior - SESU/MEC);
- *Paulo Mól e Zil Miranda* (Mobilização Empresarial pela Inovação – MEI/CNI);
- *Vanderli Fava de Oliveira* (Presidente da ABENGE);
- *Antonio de Araújo Freitas Júnior* (membro da CES/CNE).

Nesta reunião foi constituída a Comissão responsável pelo encaminhamento da discussão da proposta de novas Diretrizes Curriculares para o curso de Engenharia e que está composta pelos participantes acima nomeados. A ABENGE ficou encarregada de elaborar o texto base para a discussão de tal proposta. A MEI/CNI também encarregou-se de elaborar propostas referentes, principalmente, a tópicos que já vinham sendo objeto de discussão no seu âmbito.

Visando atender ao estipulado nessa reunião, a Diretoria da ABENGE constituiu a Comissão que preparou o documento intitulado “**Inovação na educação em engenharia: encaminhamento das discussões sobre proposta de diretrizes**”. Este documento tem como base inicial o documento “**Construção de um programa para melhoria da formação em engenharia: proposta de agenda**”, que foi elaborado por outra Comissão da ABENGE no início de 2017. Estes documentos encontram-se na página da ABENGE.

A Diretoria da ABENGE optou por elaborar um documento de Diretrizes que contempla, também, propostas para melhoria na Educação em Engenharia, destacando os aspectos imprescindíveis para a elaboração de novas diretrizes curriculares, e ainda referindo-se aos aspectos que são pré-condições para que tais diretrizes possam lograr êxito na sua implementação.

De seu lado, a MEI/CNI, em dezembro de 2016, criou o Grupo de Trabalho (GT) para Fortalecimento das Engenharias, reunindo representantes do governo, da indústria, da academia e da ABENGE, também visando discutir e encaminhar propostas para a melhoria do ensino de Engenharia no país. Como resultado das discussões, o Grupo elaborou o documento “**Recomendações para o Fortalecimento e Modernização do Ensino de Engenharia no Brasil**”, organizado em torno de três eixos principais e inter-relacionados: Diretrizes Curriculares e Metodologias de Ensino, Avaliação dos Cursos de Engenharia e Formação e Capacitação Docente.

No dia 22 de janeiro de 2018, na reunião da CES/CNE a ABENGE e a MEI/CNI apresentaram e entregaram suas propostas para o Presidente da CES/CNE Professor *Luiz Roberto Liza Curi*. Após esta reunião reuniram-se os representantes da ABENGE e MEI/CNI, quais sejam:

Pela ABENGE:

- *Vanderli Fava de Oliveira* (Presidente);

- *Luiz Paulo Brandão* (Vice-Presidente)
- *Vagner Cavenaghi* (Diretor)
- *Octavio Mattasoglio Neto* (Diretor)

Pela MEI/CNI:

- *Gianna Sagazio* (MEI/CNI)
- *Zil Miranda* (MEI/CNI)
- *Irineu Giansesi* (INSPER)
- *Victor Teles* (FESTO BRASIL)

Nesta reunião ficou definido que seria redigido um documento conjunto, a ser encaminhado para a CES/CNE, contendo propostas sobre os diversos tópicos que permeiam as DCNs do Curso de Engenharia. Com esse objetivo, estabeleceu-se que este documento seria elaborado tendo como base o documento da ABENGE e seria fechado, se necessário, com uma reunião com recursos de TI.

É importante registrar que a criação desse documento parte de algumas premissas que estão na origem das iniciativas da ABENGE e da MEI/CNI, que podem ser assim resumidas:

- i) A mais urgente, elevar a qualidade do ensino em Engenharia no país;
- ii) Permitir maior flexibilidade na estruturação dos cursos, de modo a induzir as instituições de ensino a inovar em seus modelos de formação;
- iii) Reduzir a taxa de evasão nos cursos de Engenharia.

## 2. DIRETRIZES

Para melhor compreensão da proposta, é necessário esclarecer o que entende-se por **diretrizes** no contexto deste trabalho.

Baseado em textos que encontram-se, principalmente no site “Todos pela Educação” ([www.todospelaeducacao.org.br/](http://www.todospelaeducacao.org.br/)) pode-se entender que diretrizes no presente contexto, são normas que orientam o projeto e o planejamento de um curso de graduação. Disso depreende-se que estas devem encerrar flexibilidade para adequação a diversos contextos espaciais e temporais, sem tolher a melhoria contínua ou a inserção de inovações decorrentes, por exemplo, de novas tecnologias e metodologias. Ao contrário, devem servir de incentivo a essas ações. Isso não significa perder de vista a necessária compatibilização à legislação vigente e à intercambiabilidade nacional e internacional e, ainda, às normas de exercício profissional.

## 3. ENGENHARIA

Para melhor orientar uma proposta de Diretrizes Inovadoras para a Engenharia é necessário caracterizar o entendimento sobre o que é Engenharia. Uma das definições mais antigas e conhecida é a de Thomas Tredgold (1788 – 1829):

*"Engenharia é a arte de dirigir as grandes fontes de energia da natureza para o uso e conveniência do homem".*

As definições mais atuais, vão do entendimento da Engenharia como uma ciência que estuda as transformações de recursos naturais e tecnológicos para o desenvolvimento de benefícios para a humanidade, até a visão da Engenharia como aplicação de conhecimento científico e tecnológico para a solução de problemas, por meio de projetos

para viabilização de produtos (bens e serviços) e empreendimentos. Com a evolução do contexto da Engenharia pode-se considerar que estes entendimentos são cabíveis e permeiam o projeto de soluções desde a concepção, passando pela gestão, manutenção e ainda considerando o descarte ou a reciclagem de produtos, processos e empreendimentos.

Os desafios da Engenharia para o século XXI impõem que alguns elementos sejam adequadamente considerados na formação dos engenheiros. Um dos elementos importantes é o fator humano, a pessoa como agente, usuário e destinatário das ações de Engenharia. O ser humano, antes considerado nas suas interações com as soluções de Engenharia do ponto de vista fisiológico e ergonômico, agora precisa ser considerado como usuário, interveniente, ator que interage, modifica, aceita ou rejeita as soluções de engenharia. Seus desejos, comportamentos, hábitos e costumes precisam ser adequadamente considerados, assim como os aspectos fisiológicos.

Outro elemento fundamental dos desafios do século XXI é a sua complexidade. Uma análise mais cuidadosa da sua natureza permite concluir que estes desafios, não se enquadram nas disciplinas tradicionais da Engenharia. Na verdade, não se enquadram na Engenharia. Perpassam suas fronteiras e incluem a biologia, a medicina, a psicologia, a sociologia, a economia, a arte, a ética e o direito, para citar algumas. Trazem também uma certa urgência, não somente em buscar soluções, mas em levar estas soluções de forma viável a bilhões de pessoas no globo, para que de fato os desafios sejam vencidos.

#### **4. MODALIDADES E ÊNFASES DA ENGENHARIA**

A Engenharia é uma área do conhecimento e também de atuação profissional, que pode subdividir-se, dependendo dos produtos (bens ou serviços) e empreendimentos envolvidos e que são objetos de conhecimentos técnicos e atuações profissionais específicas. Estas subdivisões podem ser consideradas como modalidades de Engenharia, sendo que muitas destas modalidades desdobram-se em ênfases.

No caso, considera-se como modalidade a primeira denominação, como por exemplo Civil, Elétrica, Mecânica, entre outras denominações. A ênfase ou habilitação é a segunda denominação, tal como, Elétrica Eletrônica, Mecânica Automotiva, Produção Civil, entre outras. Hoje são encontradas no sistema E-MEC cerca de 66 modalidades, que combinadas com as suas diversas ênfases, encerram mais de 200 denominações distintas. O sistema CONFEA/CREAs agrupa estas em 94 títulos profissionais de Engenharia (Resolução CONFEA 473/02, atualizada em 31/03/2017).

De uma maneira geral, o desdobramento em modalidades e ênfases, decorre da organização da Engenharia segundo contextos infraestruturais, como a Civil e a Elétrica, de insumos e matérias primas, como Minas, Agrícola e Materiais, nos quais articulam-se fenômenos físicos e químicos da natureza, caso da Mecânica e da Química, que transformam-se em Produtos (bens e/ou serviços) e Empreendimentos, que são projetados (calculados, dimensionados, modelados), construídos, geridos, utilizados e, ainda, reciclados ou descartados. Há também as que perpassam todas as demais modalidades e estão inseridas nos diversos contextos (organizacional e estratégico) e no ciclo de vida dos produtos e empreendimentos, como é o caso da Engenharia de Produção (ou das Organizações) e a Engenharia Ambiental (ou da Sustentabilidade) entre outras.

Deve-se realçar que, independentemente da modalidade, devido à natureza do conhecimento e das competências comuns a todos os cursos de Engenharia, há grande similaridade entre estes, principalmente no que considera-se como básico desses e que desdobra-se nas competências gerais do Engenheiro. Uma confirmação disto é o ENADE para as Engenharias, que tem dentre as suas onze distintas áreas, dez referentes às modalidades mais numerosas (Ambiental, Civil, Alimentos, Computação, Controle e Automação, Produção, Elétrica, Florestal, Mecânica e Química) e a décima primeira área,

denominada Engenharia, que contempla o que deve ser comum a todos os cursos de Engenharia e que determina uma prova que avalia todas as demais modalidades.

**Proposta sobre Subdivisões da Engenharia:**

Estas subdivisões da Engenharia em Modalidades e Ênfases, não devem ser parte das DCNs para a Engenharia. Isto não significa que este aspecto não deva ser considerado ou discutido visando ter documentos norteadores, no entanto, a questão deve ser objeto de encaminhamentos próprios e posteriores à definição das diretrizes gerais.

## 5. PERFIL DO EGRESSO

O perfil do egresso de um curso de Engenharia relaciona-se ao que espera-se do recém-formado, em termos de preparação para o início do exercício profissional na área. Evidentemente que esse perfil vem sendo construído ao longo da vida e, no curso, há o aperfeiçoamento das competências de cunho mais cidadãs e atitudinais e o desenvolvimento de novas competências mais relacionadas à área de Engenharia e ao seu contexto de atuação.

Este perfil do egresso não deve ser confundido com o perfil profissional, que envolve, também, os conhecimentos adquiridos após a conclusão do curso e, ainda, a experiência profissional e cidadã acumulada em acordo com o tempo de atividade.

A resolução CNE/CES 11/2002, que encontra-se em vigor atualmente, embora trate de competências e habilidades a serem desenvolvidas, tem sua base em núcleos de conteúdos, o que acabou por determinar currículos com foco principal no desenvolvimento de conteúdos e práticas muitas vezes restritas a laboratórios, em disciplinas estanques e geralmente descontextualizadas. Este formato curricular não mais atende ao que espera-se de um recém-formado em Engenharia na atualidade. A fim de estabelecer-se diretrizes inovadoras, projetar e implementar novos currículos para os cursos de engenharia, é preciso pensar em um profissional que seja capaz de atuar em trajetórias muitas vezes imprevisíveis.

As novas concepções de currículo, tendo como foco o desenvolvimento de competências, geraram inúmeras definições para o termo “competência” e discussões sobre seus possíveis desdobramentos didático-pedagógicos nos currículos. Dentre esses múltiplos entendimentos, os “quatro pilares da educação superior”<sup>1</sup>, *aprender a conhecer* (adquirir instrumentos de da compreensão), *aprender a fazer* (para poder agir sobre o meio envolvente), *aprender a viver juntos* (cooperação com os outros em todas as atividades humana), e finalmente *aprender a ser* (conceito principal que integra todos os anteriores), parecem ser uma aproximação das demandas da realidade atual, que exige das pessoas a capacidade para mobilizar, articular, e aplicar um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes num contexto específico, na busca de soluções e inovações.

A Engenharia não pode mais ser vista como um corpo de conhecimento. Algo que os alunos possam adquirir pelo estudo de conhecimento técnico, ou não técnico, pela mera atividade de cursar e ser aprovado em um número de disciplinas que cubram o conteúdo desejado. A Engenharia deve ser vista como um processo. Um processo que parte de pessoas, suas necessidades, expectativas, comportamentos. Requer empatia, interesse pelo usuário, além de técnicas que permitam transformar esta observação em formulação do problema a ser resolvido pela aplicação de tecnologia. Esse processo segue com a busca de soluções técnicas, utilizando o conhecimento técnico de matemática, ciências, ciências

---

<sup>1</sup> Os quatro pilares da Educação são conceitos de fundamento da educação baseados no Relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI, coordenada por Jacques Delors.

da engenharia, para que se alcance uma solução que seja tecnicamente viável, mas também desejável pelo usuário final.

A Engenharia, o “processo” da Engenharia, ainda vai além: requer que esta solução seja levada ao usuário, às pessoas, seja levada ao mercado, seja escalável e economicamente viável, para que gere efetiva transformação. Isto requer habilidade empreendedora, de realizar sonhos independentemente dos recursos que se tenha sob controle, que se consiga atrair e engajar diferentes *stakeholders* para viabilizar a solução. Consequentemente, a formação do engenheiro deve habilitá-lo a realizar este processo, o processo da Engenharia, o que não deve ser confundido com a importante necessidade de atividades práticas em muitas das disciplinas de seus currículos. Trata-se, para além disso, de prover o profissional com a capacidade de juntar as pontas, de conectar pessoas, de realizar resultados, de transitar neste processo que parte de pessoas e termina em pessoas.

Por essas razões, em um currículo por competências, a lógica da assimilação prévia dos conteúdos para posterior incorporação e uso, deve ser substituída pela ocorrência concomitante desta com o desenvolvimento de habilidades e atitudes a partir de conhecimentos específicos. Nessa perspectiva, considerando que os saberes são empregados para projetar soluções, para tomar decisões e, também, para desenvolver processos de melhoria contínua, as competências são desenvolvidas em graus de profundidade e complexidade crescentes ao longo do percurso formativo, de modo que os alunos não apenas acumulem conhecimentos, mas busquem, integrem, criem e produzam a partir de sua evolução no curso. Assim, a formação do perfil do egresso deve ser planejada e vista como um processo que exige o acompanhamento e a avaliação contínua, por meio de metodologias de avaliação que auxiliem na identificação de obstáculos e estratégias para superá-los.

#### **Proposta para DCNs para o Curso Engenharia**

Propõem-se que sejam definidos currículos para os cursos a partir de competências a serem desenvolvidas, ao invés de núcleos de conteúdos. Desta forma, os conteúdos são implementados dentro de contextos de desenvolvimento de competências e contextualizados em ambientes de Engenharia, e não apenas como um fim em si mesmos.

#### **Proposta de Perfil do Egresso:**

O Curso de Graduação em Engenharia tem como perfil do egresso um engenheiro generalista, humanista, crítico, reflexivo, criativo, cooperativo, ético, apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora, capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formulando problemas a partir dessas necessidades e de oportunidades de melhorias para projetar soluções criativas de Engenharia, com transversalidade em sua prática, considerando os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e capaz de atuar e adaptar-se às novas demandas da sociedade e do mundo do trabalho com postura isenta de qualquer tipo de discriminação e comprometido com a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável.

Considerando esta premissa de currículos por competências e, ainda, o perfil delineado para o perfil do egresso do curso de Engenharia, pode-se depreender que a formação em Engenharia envolve, principalmente, preparação para atuar em quaisquer das três áreas de competência a seguir que são articuladas considerando todo o campo da Engenharia.

- Atuar em todo o “ciclo de vida” e contexto do projeto de produtos e de seus componentes, sistemas e processos produtivos, inclusive inovando-os – **Engenheiro Projetista e Inovador;**



- Atuar em todo o “ciclo de vida” e contexto de empreendimentos, inclusive na sua gestão e manutenção – **Engenheiro Empreendedor e Gestor**;
- Atuar na sua na formação de outros engenheiros e profissionais que atuem na cadeia produtiva de projetos de produtos e de empreendimentos – **Engenheiro Educador (Educação em Engenharia)**.

**Proposta de áreas de competência do Engenheiro:**

- “Ciclo de vida” e contexto do projeto de produtos e de seus componentes, sistemas e processos produtivos, inclusive inovando-os – **Engenheiro Projetista e Inovador**;
- “Ciclo de vida” e contexto de empreendimentos, inclusive na sua gestão e manutenção – **Engenheiro Empreendedor e Gestor**;
- Formação de outros engenheiros e profissionais que atuem na cadeia produtiva de projetos de produtos e de empreendimentos – **Engenheiro Educador (Educação em Engenharia)**.

## 6. COMPETÊNCIAS

De uma maneira geral, para atender ao Perfil do Engenheiro conforme definido no item anterior, devem ser desenvolvidas as competências relacionadas ao âmbito da Engenharia e seu campo de abrangência, assim como aquelas relativas aos atributos atitudinais do futuro profissional, quais sejam:

### 1. **Analisar e compreender os usuários das soluções de engenharia e seu contexto, para formular os problemas de engenharia de forma a conceber soluções desejáveis.**

Base para o desenvolvimento desta competência:

Utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais ambientais e econômicos. Formular, de forma ampla e sistêmica, os problemas de engenharia considerando o usuário e seu contexto, permitindo a concepção de soluções criativas. Aplicar técnicas adequadas para a concepção de conceitos de solução aos problemas que sejam desejáveis pelos usuários.

### 2. **Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos matemáticos, computacionais ou físicos, validados por experimentação.**

Base para o desenvolvimento desta competência:

Modelar fenômenos e sistemas físicos e químicos utilizando ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação. Prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos. Conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo. Validar os modelos por meio de técnicas estatísticas adequadas.

### 3. **Conceber, projetar, adaptar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos (projeto).**

Base para o desenvolvimento desta competência:

Conceber e prototipar soluções criativas, desejáveis e viáveis técnica e economicamente nos contextos em que serão aplicadas. Projetar e determinar

parâmetros construtivos e operacionais das soluções de Engenharia. Aplicar conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia.

**4. Implantar as soluções de Engenharia considerando os aspectos técnicos, sociais, legais, econômicos e ambientais.**

Base para o desenvolvimento desta competência:

Simular e analisar diferentes cenários com foco na tomada de decisões. Supervisionar e avaliar a operação e a manutenção de sistemas. Aplicar conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar a implantação das soluções de Engenharia. Estar apto a administrar e gerir, tanto a força de trabalho, como dos recursos físicos, dos materiais e da informação. Desenvolver sensibilidade global nas organizações, projetar e desenvolver novas estruturas empreendedoras e soluções inovadoras para problemas. Realizar avaliação crítico-reflexiva dos impactos das soluções de Engenharia no contexto social e ambiental.

**5. Comunicar-se efetivamente (comunicação).**

Base para o desenvolvimento desta competência:

Comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica, tanto presencialmente quanto à distância. Dominar os meios de comunicação existentes e sempre manter-se atualizado em termos de métodos e tecnologias disponíveis. Aplicar conhecimentos de gestão do conhecimento e dominar tecnologias de comunicação.

**6. Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares (liderança e trabalho em equipe).**

Base para o desenvolvimento desta competência:

Interagir com diferentes culturas, mediante trabalho em equipes presenciais ou à distância, de modo a facilitar a construção coletiva. Atuar de forma colaborativa em equipes multidisciplinares, tanto presencial quanto em rede, de forma ética e profissional. Gerenciar projetos e liderar de forma proativa e colaborativa, definindo estratégias e construindo consenso nos grupos. Reconhecer e conviver com as diferenças socioculturais nos mais diversos níveis em todos os contextos em que atua (globais/locais). Preparar-se ainda para liderar empreendimentos em todos os seus aspectos de produção, de finanças, de pessoal e mercado.

**7. Interpretar e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão (legislação e ética).**

Base para o desenvolvimento desta competência:

Compreender a legislação, a ética e a responsabilidade profissional e avaliar os impactos das atividades de Engenharia na sociedade e no meio ambiente. Atuar sempre respeitando a legislação e com ética em todas as atividades, sempre zelando para que isto ocorra também no contexto em que estiver atuando.

**8. Ser capaz de aprender de forma autônoma, de forma a lidar com situações e contextos desconhecidos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência e da tecnologia (atualização permanente).**

Base para o desenvolvimento desta competência:

Assumir a postura investigativa e autônoma, com vistas a aprendizagem contínua, a produção de novos conhecimentos e desenvolvimento de novas tecnologias. Aprender a aprender (novas competências). Aprender métodos, técnicas e meios de ensino / aprendizagem de modo a estar apto a formar profissionais da área de

Engenharia e afins, assim como ter condições adequadas de treinar profissionais no âmbito do exercício profissional.

**9. Competências específicas, em acordo com o curso de Engenharia em termos de modalidade escolhida e características regionais demandadas (modalidade).**

Base para o desenvolvimento desta competência:

Além das competências gerais, cada curso deve agregar as competências em acordo com a modalidade e a ênfase escolhida.

Além desse perfil geral de formação na área de Engenharia, o projeto de cada curso deve contemplar as características do perfil do egresso em acordo com a subárea de Engenharia do curso e, ainda, as especificidades agregadas para atender demandas, sejam elas regionais, tecnológicas ou de outra natureza. O projeto do curso deve também explicitar como o perfil geral e da subárea de Engenharia é construído ao longo do curso. Especificamente, os planos de ensino, devem trazer para cada componente curricular (disciplinas ou outros), principalmente por meio dos seus objetivos, como estão contribuindo para a formação dos alunos nas competências gerais e específicas.

Deve ainda ser construído um perfil acadêmico e profissional com competências, habilidades e atitudes, dentro de perspectivas e abordagens de formação pertinentes e compatíveis com as referências nacionais e internacionais, de intervir com resolutividade, sendo capaz de atuar com qualidade e eficiência em todos os segmentos da Engenharia.

Ressalte-se que, além do projeto do curso, deve ser elaborado um projeto das atividades do curso mostrando claramente como serão desenvolvidas e avaliadas as competências desenvolvidas. Este projeto deve conter os métodos, técnicas, processos e meios, para a aquisição de conhecimentos contextualizados, sejam através de atividades de experimentação, de práticas laboratoriais, em organizações ou de estudos, entre outros, mostrando como os resultados almejados serão obtidos, e indicando qual o perfil do pessoal docente, técnico e administrativo envolvido

**Proposta de Competências desenvolvidas no Curso de Engenharia:**

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

## 7. ESTRATÉGIAS E MÉTODOS DE APRENDIZAGEM

Para o desenvolvimento apropriado de competências, há a necessidade de utilização de estratégias e métodos que possibilitem a aprendizagem ativa, preferencialmente em atividades que devem ser desenvolvidas no processo formativo em Engenharia.

Neste contexto, considerando a heterogeneidade entre os ingressantes, tanto cultural quanto de formação prévia, torna-se crucial a implementação, pelas IES, de programas de acolhimento para os ingressantes. Esses programas devem contemplar nivelamento de conhecimentos, atendimento psicopedagógico e outros que possam influir no desempenho dos estudantes no curso. Esse acompanhamento e apoio aos estudantes podem contribuir, de maneira decisiva, para o combate a grande evasão verificada nos cursos de Engenharia – aproximadamente 50%.

Desse ponto de vista, chama-se a atenção para a contribuição positiva das empresas juniores e grupos especiais (como o PET-CAPES) para o engajamento dos alunos com as atividades dos cursos. Iniciativas como essas devem ser especialmente consideradas no projeto de curso e na estrutura, evidentemente que preservando a autonomia das mesmas em termos de funcionamento e atuação.

### **Proposta de Estratégias e Métodos a serem previstos/implantados pelas IES:**

- Acolhimento, acompanhamento e avaliação do estudante, considerando não só a aprendizagem, mas também os aspectos sociais e psicopedagógicos;
- Processos de ensino / aprendizagem que contemplem métodos, técnicas e meios, sejam estes presenciais, remotos ou virtuais;
- Disponibilidade de infraestrutura adequada ao desenvolvimento das atividades do curso, sejam elas na instituição ou em organizações nas quais desenvolvem-se atividades de Engenharia;
- Programas de formação para Educadores do curso, para que possam planejar atividades e ambientes para a aplicação de aprendizagem ativa.
- E, principalmente, pessoal dirigente, docente, técnico e administrativo adequado e capacitado para o desempenho de suas funções dentro do curso projetado.

### **Proposta de atividades que devem ser desenvolvidas:**

- Trabalhos de síntese, preferencialmente em equipes e em contextos apropriados;
- Trabalhos de conclusão, preferencialmente individuais que mostrem claramente a capacidade do estudante em desenvolver trabalhos que demonstrem capacidades decorrentes das competências inerentes ao curso;
- Atividades de Pesquisa e de Extensão que envolvam o estudante em projetos em desenvolvimento;
- Atividades laboratoriais de experimentação tanto dos fenômenos de natureza química, quanto os de natureza mecânica, especialmente aqueles que permitam o melhor entendimento tecnológico de elementos da base tecnológica ou do objeto da modalidade e ênfase do curso;
- Atividades, desde o início do curso, que promovam a integração e a interdisciplinaridade em coerência com o eixo de desenvolvimento curricular, buscando integrar as dimensões técnicas, científicas, econômicas, sociais, ambientais e éticas;
- Considerar atividades que permitam o desenvolvimento de trabalhos, não só presenciais, mas também à distância e virtuais;
- Atividades em Empresas, não só de estágios, mas também aquelas que

envolvam os estudantes em situações de estudos e soluções de problemas reais.

## 8. PROJETO DO CURSO (PPC) E PROJETO PARA EXECUÇÃO DO PPC

Além do Projeto do Curso, devido à complexidade alcançada para a sua organização, faz-se necessário a elaboração de um projeto para implantação e implementação do previsto em sua estrutura. O PPC estabelece apenas o que deve ser feito, mas, via de regra, não trata do como deve ser feito.

As exigências de desenvolvimento de competências, de atividades integradas, de implementação de novas metodologias e de uso de tecnologias, entre outros, exigem que haja um projeto, tal qual hoje ocorre nas organizações, que dispõem de projetos para produção que são determinantes para a qualidade e para resultados efetivos. Além disso, outras questões de caráter mais institucional devem ser consideradas, tais como:

- Apoio psicopedagógico;
- Espaços para o desenvolvimento de atividades nos cursos;
- Laboratórios para a experimentação e para a pesquisa;
- Organização Estudantil, entre outros.

### **Proposta de Projeto para implementação do Projeto do Curso**

Além do Projeto do Curso, elaborar também o Projeto de como implementar e com quais recursos (infraestruturais e humanos) o previsto neste Projeto – Projeto Executivo.

## 9. CARGA HORÁRIA E TEMPO DE INTEGRALIZAÇÃO DOS CURSOS

Destaca-se na organização de um curso o tempo de integralização e a sua carga horária total. Ao observar-se o que vem ocorrendo em diversas Escolas de Engenharia no mundo atualmente, em termos de tempo de integralização, verifica-se que há uma tendência em se considerar quatro anos como tempo mínimo, pelo menos para os cursos desenvolvidos no denominado período de tempo integral.

A carga horária total de um curso de Engenharia, hoje é regulada como sendo de no mínimo 3.600 horas (Resolução CES/CNE 02/2007), à exceção dos Cursos de Engenharia de Computação e Engenharia de Software que preveem 3.200 horas (Resolução CES/CNE 05/2016) para sua integralização. Verifica-se que também sobre este aspecto, há uma tendência de redução, principalmente do tempo de sala de aula tradicional.

Hoje prevalece a definição do hora-aula como sendo de 60 minutos (Resolução CES/CNE 02/2007). Em um currículo por competência o mais adequado é considerar “hora de aprendizagem”, privilegiando as atividades que contemplem o envolvimento direto dos estudantes. Para que sejam definidas a carga de horas de aprendizagem é necessário definir as atividades e verificar qual a melhor forma de medi-la quantitativamente e qualitativamente e principalmente, definir como avalia-las.

Em presença desta complexidade, e levando em consideração também o contexto educacional brasileiro (cujos alunos demonstram formação deficitária em matemática e ciências), é fundamental que seja aprofundada a discussão sobre a duração e a carga horária atuais dos cursos. Entende-se que para a sua definição seja necessário que sejam estabelecidos condicionantes que ultrapassem o escopo das DCNs para o curso de Engenharia. Todavia, é necessário detalhar esse aspecto, pois a definição numérica apenas não esgota a complexidade que abrange o tempo de integralização e a carga horária dos

curso, e por se entender que é possível dar maior flexibilidade àqueles cursos oferecidos em regime integral, desde que o seu Projeto Pedagógico justifique as atividades programadas para o desenvolvimento das competências demandadas.

#### **Proposta sobre duração e carga horária**

Para a definição da carga horária e do tempo de integralização, é necessário que sejam considerados não só aspectos quantitativos, mas também de qualidade e de atendimento ao perfil do egresso e ao desenvolvimento de suas competências no planejamento do curso.

### **10. ORGANIZAÇÃO DOS CURSOS (VERTICAL, EM CICLOS OU OUTROS)**

Outro aspecto importante na organização do curso é sobre as subdivisões ou ciclos na estruturação dos mesmos. Dentre os modelos atuais destacam-se:

- **Vertical** – Cursos nos quais todas as atividades são desenvolvidas com o estudante matriculado na modalidade escolhida desde o seu ingresso. Este modelo pode ser dividido em:
  - Básico comum às modalidades de Engenharia da IES e profissionalizantes específicos de cada modalidade;
  - Básico e profissionalizante desenvolvidos exclusivamente no âmbito da modalidade;
  - As duas combinações anteriores e ainda com subdivisões em ênfases da modalidade ao final do curso.
- **Dois Ciclos** – Instituições que matriculam todos os seus ingressantes em Engenharia em um Básico de Engenharia e somente após cumpri-lo o estudante, mediante atendimento a critérios de cada IES, é matriculado na modalidade de Engenharia escolhida e ainda pode haver a subdivisão em ênfases ao final do curso;
- **BI** – Instituições que matriculam os seus ingressantes da área de Exatas e Tecnológicas em Bacharelados interdisciplinares (BI), sendo que o estudante pode optar por matricular-se em uma modalidade de Engenharia, após cumprir três ou quatro períodos desse BI.

Já surgiram também propostas de se ter o curso de Engenharia com titulação apenas de Engenheiro e, após este, o estudante poderia optar por cursar uma modalidade de forma complementar, recebendo então o título de Engenheiro na modalidade escolhida.

A formação em Engenharia pressupõe uma dedicação a uma base tecnológica ou a um objeto preciso de atuação profissional, o que somente o título de Engenheiro não possibilita. Além disso, cada base tecnológica ou objeto de atuação, exige um tempo maior de dedicação em termos de convivência e encadeamento de atividades, para desenvolver as competências de maneira contextualizada, principalmente aquelas de natureza mais técnica. A par disso, é melhor não se definir um formato organizacional único permitindo que as IES organizem seus cursos em formatos adequados aos seus projetos.

#### **Proposta de Organização do Curso**

As DCNs para o Curso de Engenharia devem ser flexíveis de modo a permitir que cada Instituição adote o formato de estruturação dos seus cursos, em acordo com o seu projeto pedagógico que, além de atender ao previsto nas diretrizes gerais, deve mostrar coerência entre o formato escolhido e o previsto no projeto, para

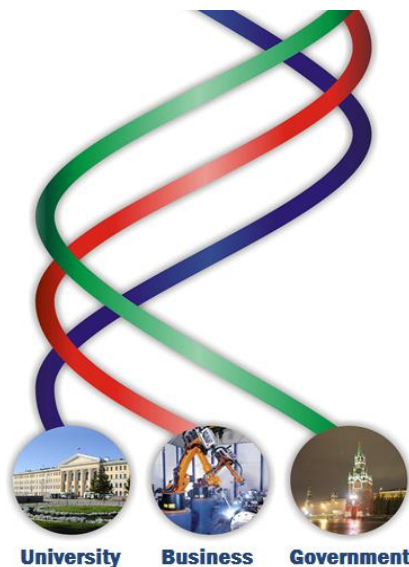
desenvolver as competências inerentes à formação em Engenharia.

## 11. INTERAÇÃO DO CURSO COM OUTRAS ORGANIZAÇÕES

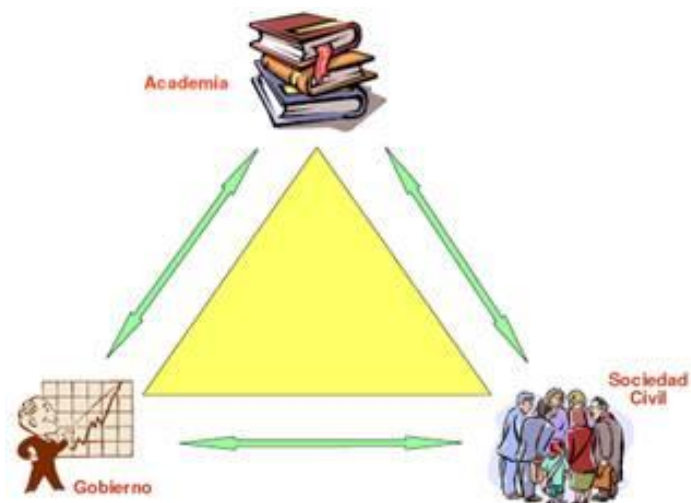
Por tratar-se de aspecto importante para a formação dos futuros engenheiros, a interação do curso com outras organizações foi destacada neste documento. Significativa parcela dos egressos dos cursos de Engenharia exerce suas atividades profissionais em organizações em vários de seus níveis hierárquicos e setores organizacionais.

Para a formação em Engenharia na atualidade, o foco deve estar no desenvolvimento de competências, o que ocorre de maneira mais profícua através da implementação de atividades de contextualização e as organizações são os espaços privilegiados, por serem os locais onde a aplicação da Engenharia ocorre de fato. A par disso, os cursos devem interagir com estas organizações para desenvolver atividades, que devem ser implementadas a partir de projetos desenvolvidos em comum. É importante que estes projetos prevejam a ação de docentes nas empresas e, também, dos profissionais destas empresas no âmbito do curso.

No estabelecimento dessa relação dos cursos com as organizações, deve-se considerar a relevância do papel do Estado, visto que, há necessidade de incentivo e fomento em muitos dos casos. Para atender “ esta interação, pode-se aplicar o que é previsto na chamada Triple Helix ou no Triângulo de Sábado



Triple Helix



Triângulo de Sábado

No site “Triple Helix Research Group – Brazil” (<http://www.triple-helix.uff.br>) encontra-se a seguinte definição:

“A abordagem da Hélice Tríplice, desenvolvida por Henry Etzkowitz e Loet Leydesdorff, é baseada na perspectiva da Universidade como indutora das relações com as Empresas (setor produtivo de bens e serviços) e o Governo (setor regulador e fomentador da atividade econômica), visando à produção de novos conhecimentos, a inovação tecnológica e ao desenvolvimento econômico. A inovação é compreendida como resultante de um processo complexo e dinâmico de experiências nas relações entre ciência, tecnologia, pesquisa e desenvolvimento nas universidades, nas empresas e nos governos, em uma espiral de transições sem fim”.

No site do SCIELO (<http://www.scielo.br/pdf/cebape/v3nspe/v3nspea03.pdf>) encontra-se o caderno EBAPE. BR da FGV, texto de Enrique Saravia, a seguinte definição para o Triângulo de Sábado.

“O modelo demonstra a necessidade de um relacionamento harmônico, em cada país, entre o setor produtivo, o de infraestrutura científico-tecnológica e o Estado. Ao governo caberia adotar um papel de liderança na promoção de projetos de alta tecnologia, contribuindo com recursos. Às universidades e aos centros de pesquisa caberia apoiar, fornecendo pessoal treinado para trabalhar nos projetos e nas empresas privadas e entidades públicas envolvidas. Segundo Sábado, a aplicação do modelo possibilitaria maior eficiência na assimilação de tecnologia e na exportação de bens com maior valor agregado, permitindo que a conjugação ciência/tecnologia funcionasse como catalisadora da mudança social.”

Ressalte-se ainda que é importante a relação dos cursos com a sociedade de modo mais amplo, ou seja, para além das empresas privadas e públicas (órgãos governamentais, organizações não-governamentais, serviços de formação profissional, e outras). A forma de interação deve dar-se, preferencialmente, por meio da extensão.

Por último, a realização de eventos conjuntos de trocas de experiências também deve ser prevista e institucionalizada, além de visitas técnicas, entre outras atividades que possibilitem estreitar relações entre os cursos e as organizações.

#### **Proposta de interação com as Organizações**

As DCNs do curso de Engenharia devem dispor sobre a interação com organizações para além do denominado estágio obrigatório. Nesta interação, os projetos dos cursos devem prever a interação entre docentes e profissionais das organizações envolvidos em atividades de desenvolvimento de competências.

## **12. PERFIL DO PESSOAL DO CURSO**

Não só o corpo docente e tutorial, mas também o corpo técnico administrativo deve ser considerado na estruturação de um curso. No caso da Engenharia, há especificidades a serem consideradas, visto que, a maioria do Corpo Docente não recebe formação para o exercício do magistério superior. Tampouco há capacitação no que tange à gestão acadêmica, seja no nível da organização do curso, seja nas atividades que devem ser desenvolvidas para atender às necessidades de formação.

É importante considerar ainda que, embora seja uma atividade inerente ao exercício do magistério, as atividades na graduação não agregam tanto valor na progressão funcional quanto as atividades de pesquisa, isto sem mencionar o acesso a recursos de fomento. Isto posto há aspectos que devem ser ressaltados:

- A capacitação didática pedagógica e para a gestão acadêmica do corpo docente;
- O equilíbrio entre os incentivos funcionais, acadêmicos e de recursos oferecidos para as atividades de pesquisa, de extensão e para as atividades de “ensino”.
- O envolvimento de profissionais vinculados a empresas de Engenharia em atividades acadêmicas contextualizadas, por meio de Projetos de Formação, ou mesmo de contratações especiais.

É necessário que seja discutida a capacitação para o exercício da docência, visto que, a implementação de projetos eficazes de desenvolvimento de competências exige conhecimentos específicos sobre meios, métodos e estratégias de ensino / aprendizagem.

#### **Proposta sobre pessoal do curso**

As DCNs devem indicar que, do projeto do curso constem os perfis profissionais do



peçoal docente e t cnico que atuar o no curso e, ainda, como se dar  a capacita o desse peçoal.

### 13. POL TICA DE RELA O COM OS EGRESSOS

Trata-se de um aspecto aparentemente fora do escopo do modelo de forma o hoje vigente, no entanto,   cada vez mais importante quando considera-se a atua o na  rea tecnol gica, que apresenta alto grau de inova o e de desenvolvimento cont nuo, isto sem considerar o fundamental retorno que os egressos podem oferecer aos cursos em termos de corre o de rota.

#### **Proposta de Pol tica de rela o com os egressos do curso**

As DCNs devem indicar que, do projeto dos cursos, constem como ser o desenvolvidas as a o es de rela o com os egressos do curso e ainda a exist ncia de pol ticas de educa o continuada visando a atualiza o do conhecimento no estado da arte.

### 14. AVALIA O AUTOAVALIA O DE CURSOS DE ENGENHARIA

O projeto de um curso de gradua o em Engenharia n o deve ser algo estanque.   fundamental que haja melhoria cont nuo e constante atualiza o e adequa o do mesmo em fun o dos aspectos detectados como pass veis de melhoria ou de atualiza o e adequa o. Para que sejam detectados tais aspectos, a autoavalia o e avalia o dos cursos devem ser inerentes ao desenvolvimento desse projeto de curso.

#### **Proposta de avalia o autoavalia o de cursos de engenharia**

A avalia o e autoavalia o do curso, assim como a implementa o dos resultados destas, deve ser objeto das DCNs, mesmo que de forma indicativa para que constem dos projetos dos cursos.

Al m destes, outros aspectos que contribuam para a melhor forma o dos engenheiros devem ser previstos e implementados, em acordo com o projeto pedag gico do curso.

Bras lia, 28 de janeiro de 2018