



COBENGE
2021

XLIX Congresso Brasileiro
de Educação em Engenharia
e IV Simpósio Internacional
de Educação em Engenharia
da ABENGE

28 a 30 de SETEMBRO

Evento Online

"Formação em Engenharia:
Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade"

A ENGENHARIA E AS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS: CONTRAPONTO PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2021.3620

Stefane Layana Gaffuri - stefanegaffuri@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Rua Manoel Isidoro da Silveira 199
88062-130 - Florianópolis - SC

Walter Antonio Bazzo - walter.bazzo@ufsc.br
UFSC
UFSC Campus Uni
88049-900 - Florianópolis - SC

Paula Andrea Grawieski Civiero - paula.civiero@ifc.edu.br
Instituto Federal Catarinense
Rua México 255
89165-643 - Rio do Sul - SC

Resumo: Em virtude das exigências do mundo moderno, cabe aos engenheiros uma formação, que para além do perfil técnico, busque desenvolver soluções para os problemas contemporâneos ao pensar em uma sociedade igualmente desenvolvida e sustentável. Assim, verifica-se um crescente movimento em torno da Educação em Engenharia que procura atualizar os cursos de graduação, para torná-los mais adequados às necessidades de formação profissional em atendimento à essas demandas. Assim, as novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) objetivam a formação do engenheiro para inovar, empreender e exercer atividades nas áreas de tecnologia e engenharia. Com o uso da flexibilização de projetos pedagógicos, com a mudança da concepção de currículo por conteúdos para currículo por competências e da adoção de metodologias ativas de aprendizagem, as novas diretrizes pretendem colocar o estudante como agente ativo desse processo. Diante do exposto, nesse artigo, é realizada uma análise de alguns pontos da nova resolução (CNE/CES nº 2/2019) ao fazer um contraponto com a resolução anterior (CNE/CES nº 11/2002) ao considerar o ensino de matemática nos cursos de engenharia e as competências necessárias ao abordar essa disciplina de maneira crítica, bem como essa formação ativa dos estudantes. Os pontos de interesse, pertinentes as resoluções são: perfil do egresso,

Promoção:



Realização:





COBENGE
2021

XLIX Congresso Brasileiro
de Educação em Engenharia
e IV Simpósio Internacional
de Educação em Engenharia
da ABENGE

28 a 30 de SETEMBRO

Evento Online

"Formação em Engenharia:
Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade"

competências e conteúdo. Em função dessa análise, busca-se compreender onde o aluno está nesse processo de formação, qual o seu papel como engenheiro no futuro e como essas competências irão se integrar à sua formação cidadã para resolver problemas contemporâneos de uma forma ética e comprometida com as questões sociais.

Palavras-chave: Educação em Engenharia; Diretrizes Curriculares Nacionais; Educação Matemática.

Promoção:



Realização:



A ENGENHARIA E AS DIRETRIZES CURRICULARES NACIONAIS: CONTRAPONTO PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA

1 INTRODUÇÃO

Em face das mudanças na sociedade com a quarta revolução industrial e as exigências do mundo moderno quanto ao uso de tecnologias, não restam dúvidas quanto ao papel fundamental da educação nesse processo. Recursos humanos qualificados, flexíveis e inovadores são cada vez mais indispensáveis na corrida pelo desenvolvimento. Diante disso, compete aos futuros engenheiros um papel especial, pois, além de um perfil profissional – atrelado às capacidades de coordenar informações, de dominar os recursos tecnológicos, de interagir individualmente e em grupos –, cabe a eles desenvolverem soluções para problemas contemporâneos ao visar um planeta sustentável e uma sociedade igualmente desenvolvida.

Esse cenário de inovação, como determinante da dinâmica da economia e da sociedade, transformou o mundo do trabalho, ao fixar novas exigências de formação e de experiência. Assim, verifica-se um crescente movimento em torno da Educação em Engenharia que procura modernizar os cursos de graduação, para torná-los mais adequados às necessidades atuais de formação profissional em atendimento às demandas da sociedade.

As novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) objetivam a formação do engenheiro para inovar, empreender e exercer atividades formativas nas áreas de tecnologia e engenharia. Com o uso da flexibilização de projetos pedagógicos, e com a mudança da concepção de currículo por conteúdos para currículo por competências e a adoção de metodologias ativas de aprendizagem, as novas diretrizes pretendem colocar o estudante como agente ativo no processo de aprendizagem. Com isso, pretendem introduzir um movimento de modernização dos currículos de Engenharia, de modo a formar engenheiros “agentes da transformação” (OLIVEIRA, 2019).

Diante do exposto, nesse artigo, é realizada a análise de alguns pontos da nova resolução (CNE/CES nº 2/2019) ao fazer um contraponto com a resolução anterior (CNE/CES nº 11/2002) ao considerar o ensino de matemática nos cursos de engenharia e as competências necessárias ao abordar essas disciplinas ao repensar a modernização dos currículos, bem como essa formação ativa dos estudantes. Embora as DCNs anteriores compartilhem princípios que norteiam o documento atual, alguns pontos precisam ser realçados. Os pontos de interesse desse artigo, pertinentes as DCNs, são: perfil do egresso, competências e conteúdo.

2 PERFIL DO EGRESSO

Inicialmente, quanto ao perfil do egresso, verifica-se que na atual resolução foram acrescentados alguns aspectos. Entre eles, destaca-se o que o parecer chama de visão holística e humanística, conforme os grifos no Quadro 1.

Quadro 1 – Perfil do egresso

Resolução CNE/CES nº 2/2019	Resolução CNE/CES nº 11/2002
<p>Art. 3º O perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características:</p> <p>I – ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;</p> <p>II – estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;</p> <p>III – ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;</p> <p>IV – adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;</p> <p>V – considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;</p> <p>VI – atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.</p>	<p>Art. 3º O Curso de Graduação em Engenharia tem como perfil do formando egresso/profissional o engenheiro, com formação generalista, humanista, crítica e reflexiva, capacitado a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade.</p>

Fonte: Brasil (2002, 2019, grifo próprio).

Ao analisar o perfil do egresso preconizado pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Engenharia (DCNs), percebe-se uma preocupação com uma formação de escopo um tanto mais “alargado”. Estimula-se a formação de um profissional que, além da “forte formação técnica”, seja também humano, crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético, conforme o inciso I do artigo 3º. Logo, exige-se uma formação que se comprometa com valores fundamentais. Sobre isso, Santos e Mortimer (2009, p. 192-193) afirmam que:

[...] uma educação científica e tecnológica humanística buscaria incorporar ao currículo discussões de valores e reflexões críticas que possibilitassem desvelar a condição humana. Não se trata de fazer uma educação contra ou a favor do uso da tecnologia, mas de uma educação em que os alunos possam refletir sobre a sua condição no mundo frente aos desafios postos pela ciência e tecnologia.

Ainda, ao fazer relação com a citação, o perfil do egresso preconizado pelas novas DCNs é a aptidão para “[...] pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora” (BRASIL, 2019, p. 1) decorrente da necessidade atual do mundo tecnológico, vai além da resolução de problemas. Na atualidade, o paradigma é projetar soluções “multidisciplinares e transdisciplinares”, visto que os problemas estão cada vez mais complexos.

Cabe salientar também a natureza desses problemas, posto que os incisos IV e V do artigo 3º salientam que os futuros engenheiros devem “[...] considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho e atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2019, p. 1-2).

Ao se considerar isso, constata-se a importância de discutir – para além das técnicas – as questões sociocientíficas, em especial, as variáveis sociais e humanas, com o objetivo de conduzir o estudante de engenharia a uma visão mais ampla na identificação

e na resolução dos problemas técnicos. Entretanto, a questão é: o que está implícito à educação e ao desenvolvimento tecnológico nas prioridades humanas?

Segundo Bazzo (2019), ainda existem equívocos quanto às prioridades estabelecidas para educação, e isso se deve ao fato de o crivo ser o meramente econômico. Para o autor,

A principal iniciativa dos setores dominantes na educação é uma colisão de grupos econômicos que, organizados pelo setor financeiro, pelo agronegócio, exploração mineral e/ou meios de comunicação defendem um projeto de educação de classe, obviamente interpretando os anseios desses setores para o conjunto da sociedade (BAZZO, 2019, p. 196).

O atual sistema educacional ainda segue inerte quanto ao que está implícito na obrigação de suprir o sistema de mão de obra qualificada ao “[...] atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável” (BRASIL, 2019, p. 2). Aparentemente, estão preocupados com isso, e de fato, estão absorvidos por essas questões, mas para atender os propósitos econômicos vigentes.

3 COMPETÊNCIAS

No “Capítulo III – Da organização do curso de graduação em Engenharia nas novas DCNs”, em que o texto explicitou a necessidade de uma maior aproximação dos cursos de Engenharia com o mundo empresarial, o artigo 6º estabelece 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, p. 3).

Nesse contexto, a diferença entre as duas resoluções está no fato da mudança da concepção de currículo por conteúdos para currículo por competências. As novas DCN’s dão ênfase às competências (Quadro 2) que os estudantes de Engenharia devem desenvolver, considerando a sua atuação na sociedade, em especial, com as empresas.

Quadro 2 – Competências

Resolução CNE/CES nº 2/2019	Resolução CNE/CES nº 11/2002
<p>Art. 4º O curso de graduação em Engenharia deve proporcionar aos seus egressos, ao longo da formação, as seguintes competências gerais:</p> <p>I - formular e conceber soluções desejáveis de engenharia, analisando e compreendendo os usuários dessas soluções e seu contexto:</p> <p>a) ser capaz de utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos;</p> <p>b) formular, de maneira ampla e sistêmica, questões de engenharia, considerando o usuário e seu contexto, concebendo soluções criativas, bem como o uso de técnicas adequadas;</p>	<p>Art. 4º A formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades gerais:</p> <p>I - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;</p> <p>II - projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;</p> <p>III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;</p> <p>IV - planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia; V - identificar, formular e resolver problemas de engenharia;</p>

Resolução CNE/CES nº 2/2019	Resolução CNE/CES nº 11/2002
<p>II - analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos simbólicos, físicos e outros, verificados e validados por experimentação:</p> <p>a) ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras.</p> <p>b) prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos;</p> <p>c) conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo.</p> <p>d) verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas;</p> <p>III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços), componentes ou processos:</p> <p>a) ser capaz de conceber e projetar soluções criativas, desejáveis e viáveis, técnica e economicamente, nos contextos em que serão aplicadas;</p> <p>b) projetar e determinar os parâmetros construtivos e operacionais para as soluções de Engenharia;</p> <p>c) aplicar conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de Engenharia;</p> <p>IV - implantar, supervisionar e controlar as soluções de Engenharia:</p> <p>a) ser capaz de aplicar os conceitos de gestão para planejar, supervisionar, elaborar e coordenar a implantação das soluções de Engenharia.</p> <p>b) estar apto a gerir, tanto a força de trabalho quanto os recursos físicos, no que diz respeito aos materiais e à informação;</p> <p>c) desenvolver sensibilidade global nas organizações;</p> <p>d) projetar e desenvolver novas estruturas empreendedoras e soluções inovadoras para os problemas;</p> <p>e) realizar a avaliação crítico-reflexiva dos impactos das soluções de Engenharia nos contextos social, legal, econômico e ambiental;</p> <p>V - comunicar-se eficazmente nas formas escrita, oral e gráfica:</p> <p>a) ser capaz de expressar-se adequadamente, seja na língua pátria ou em idioma diferente do Português, inclusive por meio do uso consistente das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), mantendo-se sempre atualizado em termos de métodos e tecnologias disponíveis;</p> <p>VI - trabalhar e liderar equipes multidisciplinares:</p> <p>a) ser capaz de interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes presenciais ou a distância, de modo que facilite a construção coletiva;</p>	<p>VI - desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;</p> <p>VI - supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;</p> <p>VII - avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;</p> <p>VIII - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;</p> <p>IX - atuar em equipes multidisciplinares;</p> <p>X - compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;</p> <p>XI - avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental; XII - avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;</p> <p>XIII - assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.</p>

Resolução CNE/CES nº 2/2019	Resolução CNE/CES nº 11/2002
<p>b) atuar, de forma colaborativa, ética e profissional em equipes multidisciplinares, tanto localmente quanto em rede;</p> <p>c) gerenciar projetos e liderar, de forma proativa e colaborativa, definindo as estratégias e construindo o consenso nos grupos;</p> <p>d) reconhecer e conviver com as diferenças socioculturais nos mais diversos níveis em todos os contextos em que atua (globais/locais);</p> <p>e) preparar-se para liderar empreendimentos em todos os seus aspectos de produção, de finanças, de pessoal e de mercado;</p> <p>VII - conhecer e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão:</p> <p>a) ser capaz de compreender a legislação, a ética e a responsabilidade profissional e avaliar os impactos das atividades de Engenharia na sociedade e no meio ambiente.</p> <p>b) atuar sempre respeitando a legislação, e com ética em todas as atividades, zelando para que isto ocorra também no contexto em que estiver atuando; e</p> <p>VIII - 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:</p> <p>a) ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias.</p> <p>b) aprender a aprender.</p> <p>Parágrafo único. Além das competências gerais, devem ser agregadas as competências específicas de acordo com a habilitação ou com a ênfase do curso.</p>	

Fonte: BRASIL (2002, 2019, grifo próprio).

No Quadro 2, ao comparar os artigos, veja que, anteriormente as competências e habilidades seriam desenvolvidas a partir dos conteúdos. Isso determina uma mudança na formação do engenheiro ao indicar que os cursos devem ser formulados, não mais em função dos conteúdos, mas com o foco no desenvolvimento de competências para o mundo do trabalho (OLIVEIRA, 2019).

Bordin (2021, p. 2), salienta que nesse contexto, em que “ciência e tecnologia são tratadas como neutras e deterministas há de se considerar que o ensino de engenharia precisa ser repensado e atualizado com o propósito de articular discussões que extrapolem o puramente técnico da profissão”. Porém, as diretrizes, continuam a relacionar as competências ao saber totalmente técnico e apartado das discussões de questões sociais e humanas. Ainda, segundo o autor

seguimos perpetuando um paradoxo na profissão: ao mesmo tempo em que almejamos que nossos estudantes e profissionais desenvolvam características de criticidade, coletividade e solidariedade, continuamos

tratando de forma dicotômica as questões técnicas e sociais que constituem a formação e a atuação da engenharia" (BORDIN, 2021, p. 2)

Ao relacionar as competências com as disciplinas do ciclo básico, destaca-se que as disciplinas matemáticas, mesmo com as constantes mudanças sociais, nessa nova resolução, mantêm o foco na formação totalmente técnica. Nos primeiros itens já se destacam as expressões "ser capaz de utilizar técnicas adequadas" e "bem como uso de técnicas adequadas" (BRASIL, 2019, p. 2). Soma-se a isso, o item II do mesmo artigo que se refere aos modelos matemáticos. Este item fala que as competências, que se referem ao uso desses modelos, devem:

a) ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras; b) prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos; c) conceber experimentos que gerem resultados reais para o comportamento dos fenômenos e sistemas em estudo; d) verificar e validar os modelos por meio de **técnicas adequadas**; (BRASIL, 2019, p. 2, grifo próprio).

O modo como as novas DCNs estimulam a formação de competências de um profissional capaz de liderar o desenvolvimento da pesquisa tecnológica, com uma atuação fortemente técnica ao fazerem uso de modelos matemáticos incentiva uma visão simplista de uma disciplina pura, técnica e infalível. Salienta-se que, não se exclui o esforço em aprimorar e fazer bom uso das técnicas, mas que é necessário ampliar a abordagem e a compreensão das disciplinas matemática para além disso, para considerar diversos aspectos, principalmente questões sociais e humanas.

Ole Skovsmose, autor que defende uma Educação Matemática Crítica, considera a visão da matemática puramente técnica como problemática. Ele questiona "como é possível trazer competências matemáticas para uma disciplina técnica sem que se crie essa impressão de que técnicas matemáticas fomentam uma crença na neutralidade e objetividade?" (SKOVSMOSE, 2014, p. 114). E ainda, questiona a racionalidade técnica da matemática no uso de modelos.

Para o autor, é importante estar ciente de que a Educação Matemática pode servir a diferentes funções socioeconômicas. Ao considerar, por exemplo a sequência de exercícios que dominam a matemática tradicional, executada nos cursos de engenharia em favor das técnicas, pode-se ver a Educação Matemática como uma extensão de comandos que devem ser seguidos, como uma receita. E esse tipo de trabalho, onde se é executado, sem questionamentos torna-se como uma possibilidade de que a matemática exerce um "adestramento", na interpretação. Logo, para a Educação Matemática Crítica, é importante estar consciente das diversas funções possíveis a que a Matemática pode servir, e neutralizar qualquer forma de "adestramento" (SKOVSMOSE, 2014)

Skovsmose (2009) questiona o papel racional e adestrador do uso dos modelos ao definir a "Matemática em Ação"¹. Esse conceito está relacionado ao fato desses modelos serem parte integrante do planejamento tecnológico. É por isso que está presente em praticamente todos os cursos de Engenharia, por isto, tem um papel fundamental que não pode ser ignorado. Segundo Skovsmose (2009, p. 35):

¹ Skovsmose se inspirou no título do livro de Latour, *Science in Action*, para criar a expressão "Matemática em ação". Segundo ele, nesse livro o autor observa cientistas e engenheiros através da sociedade, enquanto ele observa a Matemática na sociedade. Em outros contextos, Skovsmose desenvolve essa ideia em termos de *poder formatador (formatting power)* da Matemática.

A Matemática faz parte da “certeza” que transforma a sociedade industrial numa sociedade de risco. Desta maneira, entendo que a Matemática em Ação faz parte dos processos sociotecnológicos que, ao produzirem efeitos e efeitos colaterais, transformam a sociedade e caracterizam a modernização reflexiva. Em outras palavras, acho que a modernização reflexiva somente pode ser apreendida se nos tornarmos conscientes das formas que a Matemática em Ação pode assumir.

Skovsmose (2007), ao definir uma concepção crítica da matemática, propõe considerar o conceito da Matemática em Ação, visto que a Matemática está em todo lugar e se “movimenta em muitas direções”. Para o autor, a Matemática em ação é um espaço paradigmático para discutir estruturas de conhecimento e poder juntos na sociedade atual, pois, “Matemática pode se referir à matemática pura, à aplicada, à engenharia, às técnicas matemáticas imersas na cultura, à matemática das ruas, aos cálculos de todo tipo” (2007, p. 113). Essa concepção amplia o entendimento e a representação da matemática ao apresentar uma conexão entre matemática e poder, o que se reflete na modernização da sociedade.

Essa modernização reflexiva que o autor sugere refere-se a uma mudança não planejada da sociedade industrial que se harmoniza com as ordens econômicas e políticas vigentes. Não há como negar o envolvimento da engenharia na evolução constante da tecnologia, pois “a tecnologia recorre a conhecimentos, técnicas, artefatos, estruturas organizacionais, recursos econômicos e prioridades – todos interligados em sistemas de fabricação e *design*” (SKOVSMOSE, 2009, p. 33). O referido autor salienta que a matemática é um elemento atuante no planejamento tecnológico e pode afetar processos de decisão. Para ele, o modelo matemático, um “indutor de ações”, pois é a construção de uma “parte da realidade”, tal que,

o modelo torna-se parte da realidade econômica e chega a dominar esta realidade numa extensão tal que as conexões por ele assumidas estabelecem conexões na vida real. [...] Os seres humanos tornam-se parte de uma realidade estruturada por princípios econômicos formulados em termos matemáticos (SKOVSMOSE, 2009, p. 41).

Note que a matemática está em funcionamento, embora as pessoas não se deem conta ou não operem visivelmente com ela; porém, inconscientemente estão sendo afetadas, estando cientes ou não. Dessa forma, mostrar como a matemática pode ter um direcionamento diferente, ou no mínimo entenderem as outras visões disponíveis dela ou por meio dela, em especial nos cursos de Engenharia, em que o foco é o desenvolvimento tecnológico e o uso de modelos matemáticos se fazem constantes.

4 CONTEÚDOS

A respeito dos conteúdos que as disciplinas matemáticas abordam na Engenharia, as novas DCNs, no artigo 9º, listam os conteúdos básicos recomendados (Quadro 3) ao sugerir uma flexibilização para a Instituição de Ensino Superior (IES) quando propõe a elaboração do Projeto Pedagógico do seu curso de Engenharia (PPC). Anteriormente, a resolução dividia estes conteúdos em três núcleos: um núcleo de conteúdos básicos, um núcleo de conteúdos profissionalizantes e um núcleo de conteúdos específicos, listando as disciplinas matemáticas entre os básicos.

Quadro 3 – Conteúdos

Resolução CNE/CES nº 2/2019	Resolução CNE/CES nº 11/2002
<p>Art. 9º Todo curso de graduação em Engenharia deve conter, em seu Projeto Pedagógico de Curso, os conteúdos básicos, profissionais e específicos, que estejam diretamente relacionados com as competências que se propõe a desenvolver. A forma de se trabalhar esses conteúdos deve ser proposta e justificada no próprio Projeto Pedagógico do Curso.</p> <p>§ 1º Todas as habilitações do curso de Engenharia devem contemplar os seguintes conteúdos básicos, dentre outros: Administração e Economia; Algoritmos e Programação; Ciência dos Materiais; Ciências do Ambiente; Eletricidade; Estatística. Expressão Gráfica; Fenômenos de Transporte; Física; Informática; Matemática; Mecânica dos Sólidos; Metodologia Científica e Tecnológica; e Química.</p> <p>§ 2º Além desses conteúdos básicos, cada curso deve explicitar no Projeto Pedagógico do Curso os conteúdos específicos e profissionais, assim como os objetos de conhecimento e as atividades necessárias para o desenvolvimento das competências estabelecidas.</p> <p>§ 3º Devem ser previstas as atividades práticas e de laboratório, tanto para os conteúdos básicos como para os específicos e profissionais, com enfoque e intensidade compatíveis com a habilitação da engenharia, sendo indispensáveis essas atividades nos casos de Física, Química e Informática.</p> <p>Art. 10. As atividades complementares, sejam elas realizadas dentro ou fora do ambiente escolar, devem contribuir efetivamente para o desenvolvimento das competências previstas para o egresso.</p>	<p>Art. 6º Todo o curso de Engenharia, independente de sua modalidade, deve possuir em seu currículo um núcleo de conteúdos básicos, um núcleo de conteúdos profissionalizantes e um núcleo de conteúdos específicos que caracterizem a modalidade.</p> <p>§ 1º O núcleo de conteúdos básicos, cerca de 30% da carga horária mínima, versará sobre os tópicos que seguem:</p> <p>I - Metodologia Científica e Tecnológica; II - Comunicação e Expressão; III - Informática; IV - Expressão Gráfica; V - Matemática; VI - Física; VII - Fenômenos de Transporte; VIII - Mecânica dos Sólidos; IX - Eletricidade Aplicada; X - Química; XI - Ciência e Tecnologia dos Materiais; XII - Administração; XIII - Economia; XIV - Ciências do Ambiente; XV - Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania.</p> <p>§ 2º Nos conteúdos de Física, Química e Informática, é obrigatória a existência de atividades de laboratório. Nos demais conteúdos básicos, deverão ser previstas atividades práticas e de laboratórios, com enfoques e intensidade compatíveis com a modalidade pleiteada.</p> <p>§ 3º O núcleo de conteúdos profissionalizantes, cerca de 15% de carga horária mínima, versará sobre um subconjunto coerente dos tópicos abaixo discriminados, a ser definido pela IES:</p> <p>I - Algoritmos e Estruturas de Dados; II - Bioquímica; III - Ciência dos Materiais; IV - Circuitos Elétricos; V - Circuitos Lógicos; VI - Compiladores; VII - Construção Civil; VIII - Controle de Sistemas Dinâmicos; IX - Conversão de Energia; X - Eletromagnetismo; XI - Eletrônica Analógica e Digital; XII - Engenharia do Produto; XIII - Ergonomia e Segurança do Trabalho; XIV - Estratégia e Organização; XV - Físico-química; XVI - Geoprocessamento; XVII - Geotecnia; XVIII - Gerência de Produção; XIX - Gestão Ambiental; XX - Gestão Econômica; XXI - Gestão de Tecnologia; XXII - Hidráulica, Hidrologia Aplicada e Saneamento Básico; XXIII - Instrumentação; XXIV - Máquinas de fluxo; XXV - Matemática discreta; XXVI - Materiais de Construção Civil; XXVII - Materiais de Construção Mecânica; XXVIII - Materiais Elétricos; XXIX - Mecânica Aplicada; XXX - Métodos Numéricos; XXXI - Microbiologia; XXXII - Mineralogia e Tratamento de Minérios; XXXIII - Modelagem, Análise e Simulação de Sistemas; XXXIV - Operações Unitárias; XXXV - Organização de computadores; XXXVI - Paradigmas de Programação; XXXVII - Pesquisa Operacional; XXXVIII - Processos de Fabricação; XXXIX - Processos</p>

Resolução CNE/CES nº 2/2019	Resolução CNE/CES nº 11/2002
	<p>Químicos e Bioquímicos; XL - Qualidade; XLI - Química Analítica; XLII - Química Orgânica; XLIII - Reatores Químicos e Bioquímicos; XLIV - Sistemas Estruturais e Teoria das Estruturas; XLV - Sistemas de Informação; XLVI - Sistemas Mecânicos; XLVII - Sistemas operacionais; XLVIII - Sistemas Térmicos; XLIX - Tecnologia Mecânica; L - Telecomunicações; LI - Termodinâmica Aplicada; LII - Topografia e Geodésia; LIII - Transporte e Logística.</p> <p>§ 4º O núcleo de conteúdos específicos se constitui em extensões e aprofundamentos dos conteúdos do núcleo de conteúdos profissionalizantes, bem como de outros conteúdos destinados a caracterizar modalidades. Estes conteúdos, consubstanciando o restante da carga horária total, serão propostos exclusivamente pela IES. Constituem-se em conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais necessários para a definição das modalidades de engenharia e devem garantir o desenvolvimento das competências e habilidades estabelecidas nestas diretrizes.</p>

Fonte: Brasil (2002, 2019, grifo próprio).

Os cursos de Engenharia contemplam em sua base as disciplinas de Matemática. Contudo, conforme o artigo 9º, os conteúdos devem estar diretamente relacionados com as competências que se propõe a desenvolver. Questiona-se: são somente nas competências básicas e técnicas que a matemática se insere? Não se pode pautar o conhecimento matemático apenas pelo seu desenvolvimento técnico, encarando este como estático e adaptável a qualquer modelo, conforme já salientado por Skovsmose (2009), pois a matemática tem um poder formatador da realidade que vai além disso. Defende-se uma matemática que procure instigar uma formação, no mínimo, mais reflexiva, questionadora e crítica, como preconizava a Resolução de 2002 e como objetiva a atual; tendo em vista que a maneira como o processo educacional é organizado reflete a formação dos egressos, bem como sua atuação profissional.

Para Bazzo, Pereira e Linsingen (2016, p. 39), os cursos de Engenharia assim apresentados, com os conteúdos básicos e os específicos ou profissionalizantes, abre um abismo entre as “[...] disciplinas que compõem o todo e torna o processo cognitivo complexo e desestruturado”. Além disso, os conteúdos são colocados para os estudantes como se tivessem “fim em si mesmo”, o que privilegia a visão informativa e não formativa. Os autores afirmam que a falta de integração entre as disciplinas e a falta de lógica ao tratar as questões educacionais retiram a continuidade do processo de formação e, para eles, isso acentua ainda mais a desvinculação de qualquer análise social e propaga o mito da neutralidade científica que corrobora a imagem de um indivíduo técnico e racional.

Já em 2001, Cury, em suas pesquisas, enfatizava a necessidade de uma revisão do currículo de engenharia para que sejam desenvolvidas as competências e as habilidades de uma maneira crítica e associadas a um contexto interdisciplinar.

Ao abordar esses conteúdos, no entanto, não basta discorrer sobre eles, apresentando-os dissociados do contexto. É importante questionar (e estimular o questionamento por parte dos alunos) as relações do assunto com a realidade, a

sua aplicabilidade, as consequências dessas aplicações e das simplificações que são feitas para "recortar" o real e submetê-lo aos modelos da disciplina em questão (CURY, 2001, p. 3).

Ressalta ainda a autora que se os engenheiros devem saber aplicar os conhecimentos matemáticos à engenharia, conforme recomendado na resolução atual, todas os conteúdos – sejam básicos, profissionais ou específicos – devem estar "[...] diretamente relacionados com as competências que se propõe a desenvolver" (BRASIL, 2019, p. 5). Desse modo, considera-se que os conteúdos matemáticos devem ser integrados por meio de modelos multidisciplinares aos específicos e não compartimentados, como em "caixinhas". Ademais, o desenvolvimento de competências através de conteúdos matemáticos deve ser proposto para além da racionalidade técnica. Os estudantes precisam entender como esses modelos são estrategicamente usados na sociedade.

Gaffuri *et al* (2020) recomendam que as questões sociais precisam ser os elementos definidores das soluções tecnológicas. E para isso sugerem currículos articulados em torno do enfoque CTS, ao problematizar que todas as disciplinas se articulam em volta do entendimento de que o fazer da engenharia tem fortes e importantes implicações no contexto social. Para os autores

É isso que as DCNs querem dizer quando preconizam que os profissionais de engenharia tenham capacidade de absorver e desenvolver novas tecnologias, considerando seus múltiplos aspectos – sociais, políticos, econômicos, ambientais e culturais – no atendimento às demandas e às necessidades da sociedade, quando propõe uma nova forma de conceber a educação em engenharia alicerçada em discussões consistentes e conscientes sobre as questões sociocientíficas, isto é, variáveis sociais e humanas. (GAFFURI *et al*, 2020, p 12).

Para isso, aponta-se para mudanças urgentes na educação em engenharia, ao priorizar um processo formativo crítico, reflexivo e interdisciplinar. Para tanto, faz-se premente considerar a formação do professor, bem como oportunizar momentos de reflexão e atualização sobre discussões conscientes dessas questões.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao encaminhar o trabalho para as considerações finais é preciso registrar que o conhecimento matemático se insere na educação em engenharia, ao retratar com precisão a hierarquização do conhecimento no desenvolvimento social, principalmente, no que se trata de ciclos básicos, e se estabelece como disciplinas de pré-requisitos rígidos e lineares desde a origem do curso. Desde então repercute-se diretrizes, para esses cursos, racionais e técnicas herdadas da neutralidade da ciência.

Ao questionar o modo como a matemática funciona em sua estrutura hegemônica e nos cursos de Engenharia, compreendemos que o treinamento e a confiança nos números, determinados pelo uso somente técnico dos modelos matemáticos podem "isentar" de responsabilidade a pessoa que toma decisões baseadas nesse modelo.

Ao analisar os contrapontos das DCN's para os cursos de Engenharia, houve uma diferença entre as duas resoluções (2002 e 2019). E esta reside no fato da mudança da concepção de currículo por conteúdos para currículo por competências. A nova resolução

dá ênfase às competências que os estudantes de Engenharia devem desenvolver, considerando a sua atuação na sociedade, em especial, com as empresas. Porém, esquecem do principal, de compreender onde o aluno está nesse processo de formação como engenheiro, qual o seu papel como engenheiro na sociedade e como essas competências irão se integrar à sua formação cidadã para resolver problemas contemporâneos. Ademais, o desenvolvimento de competências através de conteúdos matemáticos deve ser proposto para além da racionalidade técnica. Os estudantes precisam entender como e para que os modelos matemáticos são estrategicamente usados na sociedade.

Reforça-se a importância de um novo processo formativo para que se aprofundem as questões humanas para além das formações técnicas e metodológicas. É sabido que mudar dá trabalho, mas o mundo está em constante mudança. Para incluir essas discussões no meio acadêmico, é essencial dar o primeiro passo. Em um espaço acadêmico formativo talvez se propiciem reflexões que geram desconforto, de modo que se inicie um processo novo em busca das almeçadas mudanças na educação e no mundo.

REFERÊNCIAS

BAZZO, W. A. **De técnico e de humano: questões contemporâneas**. 3. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2019.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V.; BAZZO, J. L. S. **Conversando sobre educação tecnológica**. 1. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2014.

BAZZO, W. A.; PEREIRA, L. T. V.; LINSINGEN, I. von. **Educação tecnológica: enfoques para o ensino de engenharia**. 3. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2016.

BORDIN, L.. Perfil de formação e atuação do profissional de engenharia: (des)caminhos para a adequação sociotécnica. **Revista Cocar** (online), v. 15, p. 1-19, 2021.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Resolução CNE/CES 11**, de 11 de março de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>. Acesso em: 7 abr. 2021.

BRASIL, Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES nº 2 de 24 de abril de 2019. Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, Seção I, p. 109, 23 de abril de 2019. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/marco-2019-pdf/109871-pces001-19-1/file> Acesso em: 2 abr. 2021.

CURY, H. N. Diretrizes curriculares para os cursos de Engenharia e disciplinas matemáticas: opções metodológicas. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 20, n. 2, p. 1-7, 2001.

GAFFURI, S. L. Bordin, L. CIVIERO, P. A. G.; BAZZO, W. A. O uso de modelos matemáticos na engenharia para discussão de questões sociocientíficas: variáveis sociais e humanas. **Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 9, p. 1-13, 2020.

OLIVEIRA, V. F. de. Evolução da organização do curso de Engenharia no Brasil. In: OLIVEIRA, V. F. de (org.). **A engenharia e as novas DCNs: oportunidades para formar mais e melhores engenheiros**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. **Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações**. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009.

SKOVSMOSE, O. **Um convite à Educação Matemática Crítica**. Tradução: Orlando de Andrade Figueiredo. Campinas: Papirus, 2014.

SKOVSMOSE, Ole. **Matemática em ação**. In: BICUDO, Maria Aparecida; BORBA, Marcelo de Carvalho. Educação Matemática: pesquisa em movimento. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

SKOVSMOSE, Ole. **Educação crítica: incerteza, matemática, responsabilidade**. Tradução de M. A. V. Bicudo. São Paulo: Cortez, 2007.

ENGINEERING AND NATIONAL CURRICULUM GUIDELINES: COUNTERPOINTS FOR TEACHING MATHEMATICS

Abstract: *Due to the demands of the modern world, it is up to the engineers to undergo training, which, in addition to the technical profile, seeks to develop solutions to contemporary problems when thinking about an equally developed and sustainable society. Thus, there is a growing movement around Engineering Education that seeks to update undergraduate courses, to make them more adequate to the needs of professional training in meeting these demands. Thus, the new National Curriculum Guidelines (NCG) aim to train engineers to innovate, undertake and perform activities in the areas of technology and engineering. With the use of flexibilization of pedagogical projects, with the change from curriculum design by content to curriculum by competencies and the adoption of active learning methodologies, the new guidelines aim to place the student as an active agent in this process. In view of the above, in this article, an analysis of some points of the new resolution (CNE/CES nº 2/2019) is made by making a counterpoint with the previous resolution (CNE/CES nº 11/2002) when considering the teaching of mathematics in engineering courses and the necessary skills when approaching this discipline in a critical way, as well as this active training of students. The points of interest, pertinent to the NCG, are: graduate profile, skills and content. As a result of this analysis, we seek to understand where the student is in this training process, what is his role as an engineer in the future and how these skills will integrate with his citizen training to solve contemporary problems in an ethical and committed to issues social.*

Keywords: *Engineering Education; National Curriculum Guidelines; Mathematical Education.*