



**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"

## FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO PARA A SUSTENTABILIDADE

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2021.3377

Francisco de Assis Araujo - arauojf1958@gmail.com  
Fundação Educacional Machado Sobrinho  
Avenida Senhor dos Passos 2492  
36037-490 - Juiz de Fora - MG

**Resumo:** *a sustentabilidade vem sendo adotada por empresas desde a década de 1960, onde as primeiras noções de economia sustentável estão associadas a questões de proteção ao meio ambiente e às pessoas, com contornos de aumento dos custos de produção. Com o passar do tempo, as questões de sustentabilidade ganham mais espaço com a sociedade e passam a fazer parte dos sistemas de prevenção nas empresas e chegam aos dias atuais como fatores condicionantes, de incorporação natural em processos produtivos, como estratégias competitivas, incluindo custos, para soluções ambientais e sociais. Assim, as Diretrizes Curriculares Nacionais para Cursos de Graduação em Engenharia, em sua versão 2019, atendem às necessidades atuais das empresas para conseguir no mercado, Recursos Humanos com formação além de técnica apurada, com outros atributos importantes de inovação e empreendedorismo, uma visão mais humanística e social, trazendo modernização aos Projetos Pedagógico de Curso, na direção da formação de um aluno egresso, com características de Cidadão-Engenheiro, atendendo às demandas das empresas, pressionadas pela sociedade, no que diz respeito às questões ambientais e sociais.*

**Palavras-chave:** *Sustentabilidade. Cidadão-Engenheiro. Sociedade*

Promoção:



Realização:



## FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO PARA A SUSTENTABILIDADE

### 1 INTRODUÇÃO

A Engenharia se encontra presente em quase todas as demandas da sociedade. Na alimentação, saúde, habitação, logística e mobilidade, energia, vestuário, meios de transporte, etc. Em alguns de forma mais acentuada. Com a demanda crescente em quantidade e variedades, algumas destas situações vem aumentando significadamente os impactos no meio ambiente, nas pessoas e em sua qualidade de vida. Em algumas dessas situações o próprio produto é o agente impactante como as hidrelétricas, as estradas, etc. Em outros é a cadeia produtiva que impacta mais, como é o caso da mineração, pesca, madeira ou agricultura. Em alguns a implantação é muito impactante como a construção de uma siderúrgica, hidrelétricas ou uma refinaria de petróleo, com mobilização de grande contingente de trabalhadores. Para enfrentar esses desafios de atender as demandas da sociedade, é necessária a tecnologia e a inovação que a Engenharia lança mão. Entretanto para que tudo isso se faça presente é muito importante privilegiar a Sustentabilidade nos produtos, processos, materiais, insumos, equilibrando os aspectos econômicos com os aspectos ambientais e sociais envolvidos. Sendo assim, pensar em uma Engenharia Sustentável é pensar em educar profissionais para esse compromisso, construir e sedimentar a sustentabilidade desde a condição de ingressante, acompanhamento enquanto estudantes e entregar à serviço da sociedade um aluno egresso, Cidadão-Engenheiro.

### 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Em SALOMON (2008), pode ser observada importante colocação a respeito de que o marco referencial teórico, sempre vai estar presente na mente do pesquisador, quando este observa, analisa e volta sua atenção para um determinado problema e inicia o processo de criação de suas primeiras hipóteses e vislumbra, no horizonte de seus pensamentos, um espectro de soluções iniciais. E foi desta forma que ocorreu com este artigo.

Nesse sentido, por um lado, o marco referencial teórico do artigo será o Parecer CNE/CES N<sup>o</sup>: 1/2019, homologado em 23/1/2019, que deu origem as atuais DCNs - Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Graduação em Engenharia. Talvez a observação em detalhes que, uma vez compreendido em sua essência, possa fazer diferença na elaboração do Plano Pedagógico do Curso e conseqüentemente na formação dos futuros Engenheiros no Brasil, dentro das novas perspectivas que o mercado e a sociedade estão exigindo, principalmente no que diz respeito à Sustentabilidade.

No item 5.1, diz respeito ao perfil do egresso, exatamente o objetivo final de todo o processo ensino-aprendizagem a ser construído, incluindo competências, a estrutura curricular, as metodologias, o acolhimento inicial dos ingressantes, os planos de ensino, o perfil dos docentes, a definição de como será a participação dos discentes e também as formas das avaliações as quais estarão submetidos, sendo estas os indicadores de desempenho do curso, que farão parte do Plano Pedagógico do Curso, tem-se :

**"...estabelecer o perfil do egresso, que deve se voltar para uma visão sistêmica e holística de formação, não só do profissional, mas também do cidadão-engenheiro, de tal modo que se comprometa com os valores fundamentais da sociedade na qual se insere."**

E por outro lado, o Expert XP (2021) - evento, promovido em março de 2021, pela Empresa XP Investimentos, dedicado a novas formas de se investir, em que investidores e empresas se mostram parceiros na construção de um futuro sustentável, por meio das suas escolhas, em que foram discutidos os temas relacionados a cada uma das dimensões ESG - Meio Ambiente, Social e Governança, em mudança profunda do mundo de investimentos, complementa outro marco referencial teórico.

Que fique bem definido, para a interação entre os dois marcos referenciais, nortes deste artigo, que as empresas, consideradas em (PUCRIO – 2018), como praticantes da filosofia ESG, são empresas que incorporam a sustentabilidade nas suas operações, sendo evidentemente necessária a participação de Engenheiros neste processo de incorporação, tendo expectativas diversas e inclusive de lucros e aquisição de valor no mercado, bem como também expectativas de transformações gerais tanto ambientais como sociais.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia que orientou a estruturação e a construção deste artigo foi a exploração e investigação literária, associada à observação do comportamento das organizações, sob pressão da sociedade, no alinhamento com a Sustentabilidade, desde os primeiros conceitos há décadas passadas, até os dias atuais, onde a aplicação prática do modelo de crescimento econômico, ajustado à responsabilidade ambiental e social, passa a exigir resultados e, para que isso ocorra, deverá ser necessário aporte de Recursos Humanos, habilitados e competentes, apresentando a visão de Engenharia, fundamentada nas Diretrizes Curriculares Nacionais de 2019, como importante fator nesse processo.

### 4 RESULTADOS

Quando da 1ª Revolução Industrial, com as transformações implementadas nos modos de produção, inicia-se um processo de interferências com o meio ambiente e no modo de viver das pessoas. Muito embora, ainda de forma tímida, mas que com o avançar do tempo e o crescente aumento da população mundial, vai se agravando. Algumas preocupações se apresentam em discussões importantes, como o que ocorreu na década de 60, quando da conclusão do relatório "Limites do Crescimento", alertando sobre os riscos da continuidade do processo de desenvolvimento praticado, sem repensar o consumo, a utilização dos recursos naturais e a desigualdade social. ANDRADE e CHIUVITE (2004)

A partir daí, as discussões que envolviam o crescimento econômico, o meio ambiente e as questões sociais, começam a fazer parte, de forma mais frequente, em várias Conferências, Relatórios e Encontros Mundiais, até que, o conceito de Desenvolvimento Sustentável ou Sustentabilidade, é apresentado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente, em 1987, através do "Relatório Brundtland", com nova visão de progresso econômico e social mais abrangente e adequado para a humanidade. O conceito se referia ao modo de produção, devendo atender às necessidades da geração atual e, que também preservassem os recursos naturais, para satisfação das necessidades das gerações futuras. AMARAL (2005)

De início, as empresas trabalham com a preocupação única de proteger o meio ambiente e as pessoas, atendendo à requisitos legais que começam a se fazer presente no meio econômico. Entretanto, a partir do início do século XXI, iniciam processo de não somente cumprir as leis ambientais, mas, na medida do possível, começam a ser proativas e planejam suas atividades de maneira sustentável, porque a sociedade começa a exigir medidas preventivas contra poluição, como também, levem em consideração a comunidade afetada por suas atividades, produtos e serviços. Passa a valer também que, o

Desenvolvimento Sustentável demanda das empresas a capacitação dos empregados, dos contratados e da comunidade e a participação em projetos comunitários e ambientais das regiões onde está operando. AMARAL (2005)

ALMEIDA, MELLO e CAVALCANTI (2004) deixam claramente demonstrada a evolução, por estágios, do paradigma do desenvolvimento sustentável. Iniciam com o primeiro estágio, ainda em uma forma reativa a questões sobre acidentes, tanto de trabalho como ambientais, passam por um segundo estágio com preocupações de proteção ambiental e alguns passos na direção da prevenção, chegando a um terceiro estágio em que as preocupações com as questões socioambientais passam a fazer parte da estratégia de competitividade e oportunidades de negócios.

Como pode ser observado, ao longo do tempo, avanços como o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental; aprimoramento de técnicas de produção para minimizar a poluição decorrente do processo produtivo; redução da geração de resíduos sólidos, uso racional dos recursos naturais utilizados como insumos produtivos, dentre outros, passam a fazer parte dos processos produtivos. (CREA/MG 2018)

Continuando com esse trabalho, pode ser constatado que, as atividades produtivas decorrentes da demanda da população consumidora crescente, ainda exercem uma pressão relevante sobre os recursos naturais e, pode exceder a capacidade do planeta de prover recursos naturais bem como a capacidade de absorver a emissão de efluentes e resíduos, enquanto parte da população não tem supridas as suas necessidades básicas.

É neste contexto, continuando a leitura de CREA/MG (2018), que a Engenharia assume importante papel no fomento à inovação e no desenvolvimento tecnológico que propicie a intervenção em recursos naturais, com menores impactos e maior eficiência. E é por meio do uso da ciência, que os Engenheiros propõem e aprimoram soluções tecnológicas para a produção e o bem-estar humano, tomam decisões acerca da tecnologia a ser aplicada, dos materiais a serem empregados em projetos, nas mais diversas áreas, como construção civil e infraestrutura, planejamento urbano, projetos agroindustriais, indústria, produção de energia e outros, ou seja, busca soluções para os desafios impostos pelas demandas da sociedade.

Ao assistir aos eventos promovidos por EXPERT ESG (2021) confirma-se que os conceitos incorporados à Sustentabilidade vêm passando por processo de evolução, não somente por imposição legal, mas, também, por exigência da Sociedade e da própria conscientização dos setores produtivos. Atualmente as Responsabilidades Social e Ambiental, além de promover a redução de custos, agregam valor/qualidade ao produto através de ações de inclusão de parcela da população na cadeia produtiva e otimização dos recursos naturais. Essas ações podem ser implementadas de forma isoladas, ou até mesmo conjuntamente, conforme exemplos apresentados pela OSKLEN e pela WICKBOLD, através de suas experiências, com intervenção na base da cadeia produtiva, cultivo e colheita de algodão e cultivo e extração de castanha, respectivamente, considerando não somente a agricultura sustentável como a inclusão social dos agricultores em todo esse contexto.

Esse evento deixa uma sensação de que a Sustentabilidade, nos moldes atuais de entendimento das organizações, não tem como evoluir sem a participação de Profissionais, habilitados e competentes, nas diversas áreas do conhecimento, requerendo destes, visão inovadora e criativa, capacidade de pensamento interdisciplinar e visão dos impactos positivos e negativos de produtos e processos, até porque, com as ações ditas sustentáveis, esperam-se obter resultados efetivos, seja nos avanços econômicos, ambientais e sociais .

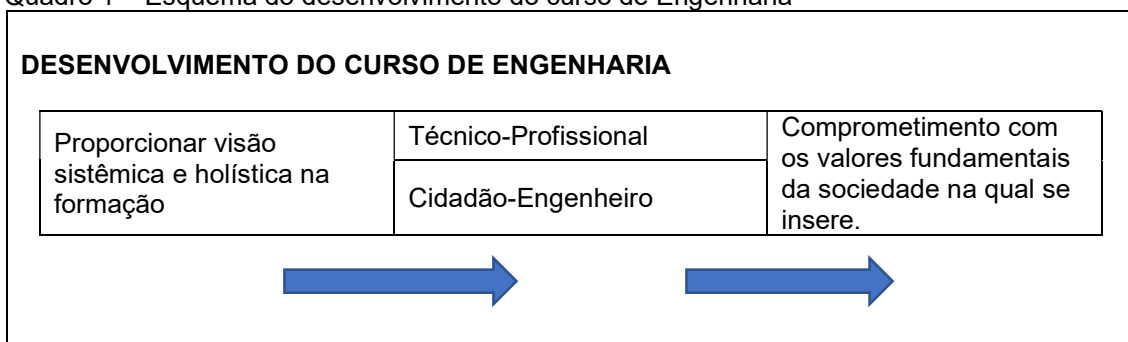
Assim, diante desse cenário, o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais elaborou importante trabalho, com o propósito de informar aos futuros

profissionais da área tecnológica sobre a importância da contribuição, principalmente da Engenharia nesse contexto, exercendo sua função técnica e social para participar da construção de uma sociedade mais justa, igualitária e pacífica, com a erradicação da pobreza, o crescimento econômico e a sustentabilidade e, inclusive nesse trabalho, fica evidente a necessidade da inclusão nos cursos de Engenharia, do conhecimento além das técnicas tradicionais e já presentes nos cursos de Engenharia, também dos ODS – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, propostos pela Organização das Nações Unidas e as suas respectivas metas. CREA/MG (2018)

Por outro lado, OLIVEIRA (2019), em seu parecer CNE/CES Nº: 1/2019, relata que, ao mesmo tempo, quando o setor produtivo encontra dificuldades para recrutar profissionais qualificados tecnicamente, também enfrentam dificuldades em encontrar profissionais que tenham domínio de habilidades como liderança, trabalho em equipe, planejamento, gestão estratégica e aprendizado de forma autônoma, em outras palavras, procuram-se no mercado, profissionais com formação técnica sólida, combinada com uma formação mais humanística e empreendedora.

Para orientar as Instituições de Ensino Superior, na formação dos profissionais egressos dos cursos de Engenharia, ao interpretar o item 5.1 do Parecer CNE/CES Nº 1/2019, explorar e entender o máximo possível o que está ali, tentando se materializar, e focando na formação dos alunos egressos dos Cursos de Engenharia, pode ser sugerido a seguinte informação:

Quadro 1 – Esquema do desenvolvimento do curso de Engenharia



Fonte: o autor.

O item 5.1, teorizado no quadro acima, se consolida no Art. 3º da Resolução CNE/CES Nº 2, de 24 de Abril de 2019, abaixo replicado:

*“Art. 3º O perfil do egresso do curso de graduação em Engenharia deve compreender, entre outras, as seguintes características:*

*I - Ter visão holística e humanista, ser crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético e com forte formação técnica;*

*II - Estar apto a pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora;*

*III - Ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia;*

*IV - Adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática;*

*V - Considerar os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho;*

*VI - Atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável. “*

Explorando um pouco mais o Parecer CNE/CES Nº 1/2019, na página 18, encontra-se o texto abaixo, em relação aos cursos de Engenharia no Brasil:

*“Dos que ingressam, em média, apenas 54% concluem o curso de Engenharia. Ao par disso, é possível concluir, pela quantidade de inscritos, **que há razoável interesse em cursar Engenharia**. Dos que ingressam, verifica-se que quase a metade desiste do curso, sendo que **esta evasão ocorre majoritariamente nos dois primeiros anos do curso, quando a maioria dos cursos oferecem as chamadas disciplinas básicas.**”*

O texto acima sugere que a maioria das desistências ocorre antes mesmo dos alunos conhecerem o real campo de ação das Engenharias, principalmente quando se encontram de frente as disciplinas básicas, ou seja, as disciplinas que formam a base científica da Engenharia.

Talvez a inclusão de disciplinas que venham a mostrar a importância da Engenharia no contexto da sociedade atual, mostrar as diversas vertentes da Engenharia e essa nova visão de "Cidadão Engenheiro", mostrar a Sustentabilidade em seus modelos atuais, deixando de forma explícita, que a Engenharia é muito mais do que simplesmente cálculos, possa haver uma chance maior de retenção desses alunos durante essa primeira fase do Curso.

Diante desse contexto, propõe-se na revisão das DCNs do Curso de Graduação em Engenharia: (i) elevar a qualidade do ensino em Engenharia no país; (ii) permitir maior flexibilidade na estruturação dos cursos de Engenharia, para facilitar que as instituições de ensino inovem seus modelos de formação; (iii) reduzir a taxa de evasão nos cursos de Engenharia, com a melhoria de qualidade; e (iv) oferecer atividades compatíveis com as demandas futuras por mais e melhores formação dos engenheiros.

Interessante notar que a Sustentabilidade, conforme desenvolvido neste artigo, converge exatamente para Art. 6º, do Código de Ética do Sistema Confea/Crea, onde se preconiza que o objetivo das profissões do Sistema e as ações dos seus profissionais, devem se voltar "para o bem-estar e o desenvolvimento do homem, em seu ambiente e em suas diversas dimensões: como indivíduo, família, comunidade, sociedade, nação e humanidade; nas suas raízes históricas, nas gerações atual e futura".

E ao se aprofundar a pesquisa ainda mais no tempo, chega-se à Lei Federal 5.194, de 24 de Dezembro de 1966, que regulamenta a Profissão do Engenheiro, que em seu primeiro artigo estabelece que:

*"As profissões de engenheiro, arquiteto e engenheiro-agrônomo são caracterizadas pelas realizações de interesse social e humano que importem na realização dos seguintes empreendimentos:*

- a) aproveitamento e utilização de recursos naturais;*
- b) meios de locomoção e comunicações;*
- c) edificações, serviços e equipamentos urbanos, rurais e regionais, nos seus aspectos técnicos e artísticos;*
- d) instalações e meios de acesso a costas, cursos e massas de água e extensões terrestres;*
- e) desenvolvimento industrial e agropecuário."*

Importante ressaltar que o objetivo é formar Engenheiros comprometidos com os valores fundamentais da sociedade, portanto, em cada Plano de Ensino das disciplinas de formação técnica e profissional, devem ter esse viés incluso, solidificando conceitos aplicáveis em cada uma delas, respeitando a particularidade de cada conteúdo.

O sítio eletrônico da Secretaria de Justiça, Família e Trabalho do Estado do Paraná, oferece um interessante conceito sobre cidadão e muito próximo do que este artigo procura aplicar, ou seja, a luz da interpretação do direito, o cidadão é o indivíduo que estaria no gozo dos seus direitos civis e políticos, em relação ao Estado. E que em um conceito mais amplo, cidadania poderia também dizer a qualidade de ser cidadão, e conseqüentemente sujeito de direitos e deveres. Continuando na conceituação, ser cidadão "significa também tomar parte da vida em sociedade, tendo uma participação ativa no que diz respeito aos problemas da comunidade". Seria colocar o bem comum em primeiro lugar e atuar para promovê-lo seria dever de todo cidadão responsável, na busca de uma sociedade mais justa e solidária.

## 5 CONCLUSÕES

Promoção:

**ABENGE**  
Associação Brasileira de Educação em Engenharia

Realização:

**UFMG**  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE MINAS GERAIS

A Sustentabilidade experimentou, ao longo do tempo, variação de conceitos e ampliou sua participação nos mercados produtivos, desde atitudes voluntárias isoladas, até participação em processos decisórios que, atualmente, norteia as estratégias das organizações.

O que se percebe é que a Sustentabilidade, nos moldes mais anteriores, se manifestava em ações externas às organizações, porém agora está presente nos processos produtivos, em toda cadeia produtiva e em todo ciclo de vida dos produtos, na busca de resultados econômicos e mantendo a preservação do meio ambiente e resgatando a qualidade de vida das pessoas.

E que a responsabilidade com o meio ambiente e, porque não dizer também da responsabilidade social, dentro da Economia Sustentável, passa de um patamar de despesas adicionais para a diferenciação, competitividade e redução de custos. Exigindo soluções técnicas e inovadoras.

Com essa evolução fica bem evidente a necessidade cada vez mais de profissionais em condições de atender a essa demanda e as interferências com o meio de produção daqui pra frente, tendo em vista parecer não se tratar de evento efêmero, mas continuado e, cada vez mais estará presente nas organizações. E evidencia também que, a formação técnica será condição básica, mas, outros aspectos da formação dos profissionais também serão necessários.

No caso dos Engenheiros, estes poderão exercer um papel transformador e catalisador do novo paradigma da Sustentabilidade, por meio dos seguintes valores e habilidades: ética, cidadania, criatividade, empreendedorismo, visão estratégica, iniciativa e liderança.

As novas Diretrizes Curriculares Nacionais promovem uma grande abertura, que precisa ser bem explorada pelas Instituições de Ensino, e formando as competências necessárias para que os alunos egressos possam, através da forte formação técnica, atuar na adequação das soluções aos vínculos das novas exigências ambientais e necessidades sociais.

Aliadas às novas diretrizes curriculares, as inclusões de disciplinas modernizadoras dos cursos de graduação, transformadoras do Cidadão-Engenheiro, poderão apresentar potencial ganho adicional, na retenção de alunos, mostrando uma nova visão da Engenharia, na qual, além de profissionais calculistas também terão suas participações em projetos sustentáveis dentro das organizações.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Josimar Ribeiro; CAVALCANTI, Yara; MELLO, Cláudia S. **Gestão Ambiental**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Tex Editora. 2004.

AMARAL, Sérgio Pinto. **Sustentabilidade Ambiental, Social e Econômica nas Empresas**. 2ª Ed. São Paulo: Editora Tocalino. 2005.

ANDRADE, Tereza C. Silveira; CHIUVITE, Telma B. Silva. **Meio Ambiente: um bom negócio para a indústria**. São Paulo: Editora Tocalino. 2004.

BRASIL, Lei Federal 5.194/66. Regulamenta a Profissão do Engenheiro.

\_\_\_\_\_, Ministério da Educação e Cultura – MEC, Resolução CNE/CES 02/2019 – **Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia**. 2019.

CONFEA, Conselho Federal de Engenharia, da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia. Resolução 1.002/2002. Código de Ética. 19ª Ed. Brasília/DF. 2019

CREA/MG – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia. **A Engenharia e a Sustentabilidade**. Belo Horizonte. 2018.

DEDIHC– Departamento de Direitos Humanos e Cidadania do Estado do Paraná. **O que é Cidadania**. Disponível em: <http://www.dedihc.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php>. Acesso em 21 de março de 2021.

EXPERT ESG 2021. **Alinhando Empreendedorismo e Sustentabilidade**. Disponível em: <https://eventoexpert.xpi.com.br>. Acesso em 03 de março de 2021.

OLIVEIRA, C. A. S., BARRETO, F. C. S., BEZERRA, R. C. F., **Parecer CNE/CES 01/2019**. Ministério da Educação e Cultura – MEC. 2019.

PUC/RIO – Liga de Mercado Financeiro. **A filosofia ESG pode trazer valor intrínseco para a empresa?** Disponível em: <https://www.lmpucurio.com> – Publicado em 13/08/2020. Acesso em 10 de abril de 2021.

SALOMON, Délcio Vieira. **Como fazer uma monografia**. 3ª Ed. São Paulo: Martins Fontes. 2008.

**Abstract:** Sustainability has been adopted by companies since the 1960s, where the first notions of economics are associated with issues of protection of the environment and people, with outlines of increased production costs. As time goes by, Sustainability issues gain more space with society and become part of prevention systems in companies and reach the present day as conditioning factors, of natural incorporation into productive processes, as competitive strategies, including costs, for environmental and social solutions. Thus, the National Curriculum Guidelines for Undergraduate Engineering Courses, in their 2019 version, meet the current needs of companies to achieve in the market, Human Resources with training in addition to refined technique, with other important attributes of innovation and entrepreneurship, a more humanistic and social vision, bringing modernization to the Pedagogical Course Projects, in the direction of the formation of a graduate student, with characteristics of Citizen-Engineer, meeting the demands of companies, pressured by society with regard to environmental and social issues.

**Keywords:** Sustainability. Citizen-Engineer. Society.