



Como o estudo das mudanças climáticas desenvolve as características do perfil do egresso do curso de engenharia

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4172

Rafael Amaral Shayani - shayani@unb.br
Universidade de Brasília

Resumo: O presente artigo apresenta a os objetivos, a concepção, a metodologia, os resultados e as experiências obtidas com a disciplina de graduação Engenharia e Mudanças Climáticas. Muito mais do que apenas informar os estudantes sobre a crise climática e possíveis soluções, a disciplina visa trabalhar as características do perfil do egresso, especialmente ética, atuação comprometida com desenvolvimento sustentável, visão holística e humanista, consideração de aspectos ambientais, cooperação, consideração de aspectos globais e atuação comprometida com responsabilidade social. A disciplina utilizou elementos de metodologias de aprendizagem ativa, notadamente aprendizagem baseada em projetos, sala de aula invertida e revisão por pares. O conteúdo utilizado foi baseado nos relatórios do IPCC. Como conclusão, os estudantes obtiveram uma visão mais ampla de como a engenharia pode contribuir para acelerar a transição energética e como o desenvolvimento sustentável pode ser abordado em todas as áreas da engenharia, além de proporem projetos que possibilitem promover o crescimento do país, de forma alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e, ao mesmo tempo, reduzir as emissões de gases de efeito estufa.

Palavras-chave: educação em engenharia, mudanças climáticas, transição energética, engenharia para o desenvolvimento sustentável.

COMO O ESTUDO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS DESENVOLVE AS CARACTERÍSTICAS DO PERFIL DO EGRESSO DO CURSO DE ENGENHARIA

1 INTRODUÇÃO

Há uma relação direta entre as características e competências que um estudante de engenharia deve desenvolver durante o curso de graduação e as capacidades que precisam ser construídas nos indivíduos para poder lidar com as mudanças climáticas. Por um lado, a engenharia é crucial para viabilizar a transição energética; por outro, o desafio formidável de conter o aquecimento global fornece um motivador especial para que os alunos estudem a engenharia com mais afinco e dedicação, visando desenvolver as características previstas no perfil do egresso para que possam atuar como protagonistas da transição energética.

O documento que apresenta os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas afirma que “a mudança do clima é um dos maiores desafios do nosso tempo”, mas também vislumbra que “*este é também, no entanto, um momento de grande oportunidade*” (ONU, 2015a). A criatividade e inovação são mais necessárias do que nunca, aliadas a uma postura ética, para poder reinventar o mundo como o conhecemos em busca da emissão zero, ou até negativa, de gases de efeito estufa.

A academia é convocada para se reinventar a fim de construir a capacidade necessária na atual geração de estudantes para que possam contribuir, de forma notável, para a transição energética e atingimento dos ODS:

- Uma das metas do ODS 4 (educação de *qualidade*) é “*garantir que todos os alunos adquiram conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável*” (ONU, 2015a);
- O Acordo de Paris, assinado na COP21 em 2015 (ONU, 2015b), apresenta um novo paradigma, destacando a importância de abordagens não mercadológicas integradas, holísticas e equilibradas, e também ressalta a importância do desenvolvimento de capacidades para o combate às mudanças climáticas; e
- O Pacto Climático de Glasgow, resultado da COP 26 realizada em 2021, identifica uma grande oportunidade educacional, pois reconhece a importância da sociedade civil, principalmente dos jovens, estarem envolvidos na resposta à crise climática, além do uso da melhor ciência disponível para definir ações e políticas climáticas efetivas. O Pacto enfatiza a necessidade de identificar lacunas na capacitação das pessoas para lidar com a crise climática (ONU, 2021).

As diretrizes internacionais claramente destacam que é necessário um novo perfil profissional para poder lidar com as mudanças climáticas. Ao mesmo tempo, as Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia (CNE/CES, 2019) se modernizaram ao caracterizar o perfil do egresso como um profissional que tenha visão holística e humanista, seja crítico, reflexivo, criativo, cooperativo e ético, com atuação inovadora e empreendedora, reconhecendo as necessidades da sociedade, adotando perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares, considerando os aspectos globais, políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e de segurança e saúde no trabalho, além de

atuar com isenção e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável. Tais prescrições pedem inovação na forma de ensinar!

De um lado, há uma crise climática mundial que requer criatividade, inovação, visão holística, humanista e global, perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares e comprometimento com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável. De outro lado, os professores de engenharia precisam desenvolver estas características nos alunos, preferencialmente utilizando metodologias de aprendizagem ativa e contextualizando sua aplicação. Estes elementos, ao serem agregados, potencializarão a inovação no ensino de engenharia, onde os professores trarão os problemas climáticos para dentro da sala de aula e instarão os estudantes a resolvê-los utilizando a teoria aprendida no decorrer da disciplina. Esta nova configuração do processo de aprendizagem está ilustrada na Figura 1.

Figura 1 – Os protagonistas do processo de aprendizagem e as relações entre os estudantes, os professores, o conhecimento e o mundo.



Fonte: Autoria própria.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A academia tem papel fundamental na formação de profissionais que sejam capazes de promover a melhoria da qualidade de vida da população, a qual está intrinsecamente relacionada ao aumento do consumo de energia, e ainda promover, simultaneamente, a redução da emissão de gases de efeito estufa (SHAYANI, 2019, 2021b, 2021c). Trata-se de objetivos conflitantes, pois um aumento energético traz consigo um problema climático, logo é necessário estimular os estudantes a serem criativos e inovadores para conceberem novas soluções capazes de lidar com esta questão.

A Tabela 1 apresenta novos paradigmas para o planejamento energético que devem ser apresentados aos estudantes para estimular a reflexão sobre a transição energética (SHAYANI, 2020)

Tabela 1. Comparação das características do modelo atual de planejamento e do novo modelo necessário

Paradigma atual	Novo paradigma necessário
Foco na tecnologia.	Foco no ser humano.
Busca gerar a energia necessária para o crescimento econômico.	Busca crescimento econômico consumindo cada vez menos energia.
Visão nacional do problema.	Visão mundial do problema.
É baseado em justiça econômica: os países em desenvolvimento têm o direito de utilizar fontes fósseis, que são mais baratas, para crescer.	É baseado em justiça social, buscando o melhor para a sociedade: todos colaboram para a redução da emissão de CO ₂ .
Visão econômica que considera principalmente os custos diretos da geração de energia.	Visão econômica que considera os custos diretos e indiretos (ambientais e sociais).
Despesas com mitigação e adaptação climática são externalidades que não devem ser consideradas no custo da energia.	Adaptação e mitigação são consideradas no custo da produção da energia.
Gerar energia é um fim por si só.	Gerar energia é um meio de promover o desenvolvimento da humanidade.
Baseado nas formas tradicionais de geração de energia.	Baseado em fontes renováveis de energia.

Fonte: SHAYANI, 2020.

Adicionalmente à abordagem holística e humanista, os currículos dos cursos também precisam ser adaptados para melhor desenvolver as características e competências da engenharia. A publicação sobre Engenharia e Desenvolvimento Sustentável (UNESCO, 2022a) aborda a necessidade de métodos de ensino e aprendizagem diferenciados para abordar os problemas complexos relacionados com o desenvolvimento sustentável, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Combinação de elementos no desenvolvimento curricular com graus de complexidade

	Tipo de problema	Conhecimento e competências	Estrutura curricular	Métodos de ensino e aprendizagem
Óbvio	Problema conhecido e solução conhecida Ex: estatísticas	Disciplinas	Disciplinas / cursos	Palestras, aprendizagem ativa e sala de aula invertida
Complicado	Problema conhecido mas solução desconhecida Ex: casa de carbono zero	Multidisciplinar	Colaboração entre várias disciplinas	Projetos acadêmicos baseados em problemas entre disciplinas
Complexo	Problema desconhecido e solução desconhecida Ex: edifícios de energia zero em cidades de energia zero	Interdisciplinar	Reorganização do currículo e desenvolvimento de novos modelos de aprendizagem centrados no estudante.	Análises de problemas complexos e projetos baseados em problemas entre disciplinas e em conjunto com as partes interessadas. Megaprojetos.

Fonte: UNESCO, 2022a (adaptado).

Visando construir capacidade para combater a mudança climática e promover o desenvolvimento sustentável, os indivíduos devem desenvolver uma gama de capacidades interrelacionadas: não apenas científica e técnica, mas também social, moral e espiritual. Há uma dimensão inerentemente moral na geração, distribuição e uso dos recursos naturais, e esta riqueza deve ser utilizada em prol da humanidade, não devendo perpetuar pontos de vista, estruturas, regras e sistemas que, manifestamente, falham em atender ao

bem comum. É necessário redefinir o conceito de progresso, além de desenvolver novas formas de organizações urbanas, com novos métodos de agricultura, geração de energia e mobilidade, entre outros (BIC, 2022).

A educação deve ajudar a construir futuros pacíficos, justos e sustentáveis, fundamentados na justiça social, econômica e ambiental, destaca o relatório de 2022 da UNESCO *"Um novo contrato social para a educação"*, o qual ressalta a importância da construção de capacidade nos indivíduos para trabalharem juntos em benefício compartilhado, convidando a pensar de forma diferente sobre a aprendizagem e as relações entre os estudantes, os professores, o conhecimento e o mundo, visando uma mudança radical de rumo da educação mundial (UNESCO, 2022b).

Por fim, as aulas devem motivar os estudantes para objetivos nobres, elevada determinação e intenso esforço, para que se sintam motivados a entenderem que a teoria aprendida em sala de aula pode ser colocada em prática de forma a combater a mudança climática, salvando vidas e protegendo o meio ambiente (SHAYANI, 2021a). As *inspiradoras palavras de Bahá'u'lláh (1817-1892) "cuidai zelosamente das necessidades da era em que viveis e concentraí vossas deliberações em suas exigências e seus requisitos"* são uma guia para que os professores, de todos os cursos, possam instigar os alunos a utilizar o conhecimento universitário para resolver os grandes desafios que atualmente assombram a humanidade. A mudança climática é um desafio que requer diversas habilidades e, quando os estudantes aplicarem a teoria para achar soluções para um problema real de grandes dimensões, com certeza ficarão motivados a dedicarem-se aos estudos com mais interesse e afinco, pois estarão empoderados a melhorar o mundo (SHAYANI, 2021c).

Posto isto, o presente artigo apresenta a forma como a disciplina de graduação *"Engenharia e Mudanças Climáticas"* foi concebida, aplicada e avaliada, levando em consideração os novos paradigmas necessários para o desenvolvimento sustentável e potencializando as características previstas no perfil do egresso.

3 METODOLOGIA

A disciplina *"Engenharia e Mudanças Climáticas"* foi concebida para os estudantes de graduação de engenharia da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, com carga horária de 60 horas e sem pré-requisitos. Esta disciplina tem como objetivo geral trabalhar as características do perfil do egresso. O objetivo específico é possibilitar que os estudantes conheçam as principais informações relacionadas às mudanças climáticas, seus impactos na sociedade e como a engenharia pode acelerar a transição energética por meio de projetos criativos e inovadores.

A disciplina utiliza elementos de metodologias de aprendizagem ativa, aprendizagem baseada em projetos e sala de aula invertida, promovendo educação mais centrada no aluno. Com essa abordagem, o estudante se torna o idealizador de um projeto desenvolvido sob orientação docente que visa integrar as dimensões técnicas, científicas, econômicas, sociais, ambientais e éticas, envolvidas na busca de uma solução de engenharia para um problema real da sociedade.

A condução das aulas segue a metodologia *"fatos – princípios – participação criativa integral – decisão"*, em que os estudantes conhecerão as principais informações relacionadas às mudanças climáticas (fatos), estudarão os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e o perfil do egresso do curso de engenharia, informações estas que guiarão a concepção de projetos que articulem, simultaneamente, aspectos sociais, ambientais e econômicos (princípios), refletirão e dialogarão, em sala de aula, sobre possíveis soluções

(participação criativa integral) e proporão, em grupos, políticas públicas visando acelerar a transição energética (decisão).

O conteúdo da disciplina foi abordado em seis etapas:

1a Etapa: Entender o papel da engenharia na sociedade

O estudante deve refletir sobre as competências de engenharia e o juramento da engenharia, e então elencar as características do perfil do egresso mais relacionadas com a questão climática, visando identificar de qual forma a engenharia pode atuar de forma comprometida com a responsabilidade social e com o desenvolvimento sustentável.

2a Etapa: Conhecer o caminho percorrido até agora

Visão histórica sobre as principais Conferências e Acordos das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, entre elas: Conferência de Estocolmo (1972), Eco-92 (1992), Protocolo de Kyoto (1997), COP 21 e Acordo de Paris (2015), COP 26 e Pacto climático de Glasgow (2021), e COP 27 (2022).

3a Etapa: Aprofundar o conhecimento sobre mudança climática

Nesta etapa, o estudante tem contato com os relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) sobre ciência climática, mitigação e adaptação, com destaque para a questão da pobreza causada pela mudança climática, além dos tópicos mais diretamente relacionados à engenharia, entre eles: energia, agricultura, centros urbanos, transporte e indústria.

4a Etapa: Identificar as diretrizes

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável são estudados, visando orientar os aspectos que um projeto de engenharia deve contemplar ao ser concebido.

5a Etapa: Refletir sobre o tema

Diálogos em sala de aula sobre formas de acelerar a transição energética.

6a Etapa: Apresentação

Apresentação, em forma escrita e oral, das propostas elaboradas por cada grupo, com elementos da metodologia de aprendizagem ativa de revisão por pares.

O desempenho dos estudantes é avaliado considerando as tarefas prévias a cada aula, o seminário, o trabalho final e a presença nas aulas.

Tarefas prévias

Antes do início de cada tópico, o estudante deve ler o conteúdo disponibilizado pelo professor, refletir sobre as novas informações, identificar dúvidas, associar esse conhecimento ao objeto da disciplina e elaborar uma reflexão que contenha sua percepção sobre o assunto, a qual deve ser postada no Ambiente Virtual de Aprendizagem antes da respectiva aula. Essa etapa utiliza elementos da sala de aula invertida para preparar o estudante para melhor aproveitar a aula.

O critério para avaliação das postagens é baseado nas seguintes rubricas:

- Adequado (Nota 10): O tópico dado foi totalmente discutido com comprovações baseadas em experiências e pesquisas. Pontos de vista e reflexões abrangentes demonstram profundo entendimento.

- Satisfatório (Nota 5): O tópico dado foi discutido com comprovações e profundidades limitadas. Insights e reflexões moderados foram apresentados.
- Limitado (Nota 1): O tópico dado foi mal discutido, sem comprovações ou exemplos. Não demonstra reflexão sobre o tópico.

Aulas expositivas e Seminários

As aulas expositivas ocorrem no formato de seminários elaborados e apresentados pelos próprios estudantes, com duração entre 30 e 45 minutos, permitindo que haja tempo suficiente para diálogo sobre o tema apresentado. Como os alunos já terão lido o material com antecedência, é esperado que haja grande interação entre o professor e os alunos neste momento.

Proposta de política pública visando reduzir drasticamente a emissão de gases de efeito estufa

Todos os estudantes, em grupos, devem elaborar uma proposta de política pública visando reduzir drasticamente a emissão de gases de efeito estufa, com foco em um determinado Objetivo de Desenvolvimento Sustentável. A proposta deve incluir, necessariamente, ações de curto prazo a serem implementadas. Deve-se entregar: (a) um trabalho escrito, contendo as análises de engenharia pertinentes; (b) um resumo de uma página, em formato de pôster digital, contendo o ODS abordado, a política pública proposta e as ações de curto prazo a serem implementadas; e (c) uma apresentação em sala de aula, com duração entre 8 e 10 minutos. A proposta é analisada considerando diversos quesitos, entre eles: complexidade da solução proposta, impacto previsto na sociedade, aderência aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, viabilidade técnica, qualidade do trabalho escrito, qualidade da apresentação, respeito ao tempo disponibilizado, aprofundamento do conteúdo para propor a solução e argumentos técnicos utilizados para justificar as escolhas.

4 RESULTADOS

A disciplina “Engenharia e Mudanças Climáticas” foi ministrada no segundo semestre de 2022, de forma presencial, e contou com 39 estudantes, principalmente do curso de engenharia elétrica, mas também das engenharias de redes de comunicação, mecatrônica, computação, mecânica e florestal.

A percepção obtida na primeira etapa é que os estudantes, apesar de muitos deles já estarem no final do curso, nunca tinham tido contato com o perfil do egresso, e ficaram surpresos ao descobrir que engenharia não é apenas resolver equações. Muitos relataram que o curso, de forma geral, tem pouca ênfase em questões sociais e ambientais, o que dificulta a formação plena do perfil do egresso. Notadamente, o estudo do perfil do egresso junto aos estudantes mostrou-se um grande motivador, pois conseguiram vislumbrar o potencial da engenharia. A obrigatoriedade de postagem sobre todos os tópicos estimulou os estudantes a se manifestarem, o que também foi relatado como algo incomum, visto estarem acostumados com aulas expositivas em que o estudante atua de forma passiva.

Na segunda etapa ficou claro que, apesar das promessas dos países de reduzirem as emissões de gases de efeito estufa, na prática as emissões continuam aumentando. Neste momento, os estudantes entenderam a importância da inovação e da criatividade, pois ao repetir as soluções já existentes do passado (por exemplo, geração de energia elétrica com grandes hidrelétricas complementadas por termelétricas a gás natural), os

gases de efeito estufa apenas aumentarão. Uma consciência de que algo precisa ser feito, e urgente, brotou desta reflexão.

De forma abrangente, todos os três grupos de trabalho (WG) do *relatório "sixth assessment report"* (AR6) IPCC foram abordados na disciplina: ciência climática, adaptação e mitigação. Cada grupo de trabalho possui diversos relatórios, porém foram selecionados somente alguns deles, para adequação à carga horária da disciplina. Os seguintes relatórios foram estudados em sala de aula, na forma de seminários seguidos de diálogo:

- *Emissions Gap Report 2022*
- *Adaptation Gap Report 2022*
- *WG1 - Summary for Policymakers*
- *WG2 - Summary for Policymakers*
- *WG2 CH8 - Poverty, livelihoods and sustainable development*
- *WG3 - Summary for Policymakers*
- *WG3 CH6 - Energy systems*
- *WG3 CH10 - Transport*
- *WG3 CH8 - Urban systems and other settlements*
- *WG3 CH11 - Industry*
- *WG3 CH7 - Agriculture, Forestry, and Other Land Uses*

Cada WG possui um sumário técnico e um sumário para formadores de políticas. Propositamente, o sumário para formadores de políticas é que foi selecionado para estudo junto aos estudantes de engenharia, justamente para que possam desenvolver visão holística e humanista.

Sobre o WG 1, apenas o sumário foi estudado. O estudo do impacto do aumento da concentração de CO₂ na atmosfera devido à ação humana e os diversos cenários climáticos apresentados foram um exemplo prático de aplicação *das competências de engenharia* "ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras" e "prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos".

Os relatórios analisados do WG 2 foram: sumário para formuladores de políticas e o de pobreza. Este último contribuiu para que os estudantes trabalhassem a visão holística e humanista aliada à responsabilidade social, ao entenderem que muitos países que já sofrem com as alterações climáticas são, em verdade, países pobres que pouco contribuíram para o problema e não tem dinheiro para se adaptar. Esta noção de injustiça e de aumento das desigualdades permitiu aos estudantes melhor entender o que significa o conceito de desenvolvimento sustentável e a importância de desenvolver uma visão global, considerando a terra como um só país e os seres humanos como seus cidadãos. Esta questão foi associada também ao ODS 10, de redução das desigualdades.

Já os relatórios do WG 3 apresentaram informações mais relacionadas com a engenharia. Identificação do problema, tecnologias disponíveis e propostas de soluções são apresentadas em todos os relatórios, permitindo que os estudantes entendem, na *prática, o que significa a característica de engenharia* "ser capaz de reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia".

Na etapa 4, além do estudo dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, foi *analisado também o relatório da UNESCO "Engenharia para o desenvolvimento sustentável"* (UNESCO, 2022a). Uma questão complexa dos ODS é que eles são integrados

e indivisíveis; várias situações foram apresentadas aos estudantes, por exemplo: como fornecer água potável e saneamento para todos sem aumentar a emissão de gases de efeito estufa, visto que estes processos exigem muita eletricidade? Este tipo de indagação visou estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo.

Na etapa 5 foi analisado o documento "One Planet, One Habitation" (BIC, 2022), o qual levanta a necessidade de redefinição do que é progresso. Uma reflexão levantada junto aos estudantes é a atual forma de medição do progresso baseado no crescimento do produto interno bruto de um país: se a população for estimulada a repensar o consumo, reutilizar e reciclar, o que é bom para o meio ambiente, terá como consequência uma desaceleração da economia, pois vão comprar menos produtos, o que não é sinal de progresso no atual paradigma.

Na etapa final, projetos foram apresentados, sendo que cada grupo focou em um ODS diferente. A ideia é apresentar soluções de engenharia criativas e inovadoras que promovam este ODS sem prejudicar nenhum dos outros, e ainda reduzir drasticamente a emissão de gases de efeito estufa.

Após a apresentação de cada grupo, os colegas responderam o questionário apresentado no Quadro 1, cujas respostas foram compiladas e entregue ao grupo para reflexão, como forma de avaliação por pares.

Quadro 1 – Formulário de avaliação pelos pares utilizado no projeto final da disciplina.

Cenário: Você faz parte de uma comissão encarregada de financiar projetos que visam reduzir drasticamente a emissão de gases de efeito estufa. O Presidente da comissão pede que você assista à apresentação de uma proposta e emita um parecer a respeito.

1) Você entendeu a proposta apresentada?

Sim; Mais ou menos; Não

2) Como você avalia o impacto desta solução na sociedade, especificamente sobre a capacidade de reduzir drasticamente a emissão de gases de efeito estufa?

Elevado impacto; Médio impacto; Baixo impacto

3) Como você avalia a aderência desta solução aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável?

Elevada aderência - contribui para diversos ODS e não prejudica nenhum deles; Média aderência - contribui para o ODS em questão; Baixa aderência - apesar de contribuir para alguns ODS, causa impacto negativo em outros.

4) Como você avalia a viabilidade técnica da solução apresentada?

Elevada viabilidade técnica; Média viabilidade técnica; Baixa viabilidade técnica

5) Como você avalia a qualidade da apresentação?

Gostei; Podia ser melhor.

6) Você recomenda este projeto para financiamento?

Recomendo muito; Recomendo; Recomendo com ressalvas; Não recomendo

7) Quais são suas impressões a respeito da proposta apresentada? Por quê? Justifique sua resposta. Apresente pontos positivos e pontos que podem ser melhorados (questão discursiva).

Fonte: Autoria própria.

Ao final da disciplina, todos os alunos foram solicitados a refletirem sobre o seu aprendizado e fazerem uma autoavaliação sincera, indicando o quanto desenvolveram as características previstas no perfil do egresso. As instruções da autoavaliação estão apresentadas no Quadro 2, e as respostas estão representadas na Figura 2.

Quadro 2 – Autoavaliação realizada no final da disciplina.

Sobre as características de engenharia, informe a seguir o quanto você trabalhou cada uma delas durante a disciplina.

Use os seguintes valores para indicar sua resposta para cada item:

1 Não foi trabalhada

2 Ligeiramente trabalhada

3 Moderadamente trabalhada

4 Na maioria das vezes trabalhada

5 Muito trabalhada

1) visão holística e humanista

2) ser crítico

3) ser reflexivo

4) ser criativo

5) ser cooperativo

6) ser ético

7) ter forte formação técnica

8) pesquisar, desenvolver, adaptar e utilizar novas tecnologias, com atuação inovadora e empreendedora

9) reconhecer as necessidades dos usuários, formular, analisar e resolver, de forma criativa, os problemas de Engenharia

10) adotar perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares em sua prática

11) considerar aspectos globais

12) considerar aspectos políticos

13) considerar aspectos econômicos

14) considerar aspectos sociais

15) considerar aspectos ambientais

16) considerar aspectos culturais

17) considerar aspectos de segurança e saúde no trabalho

18) atuar com isenção

19) atuar com comprometimento com responsabilidade social

20) atuar com comprometimento com desenvolvimento sustentável

Fonte: Autoria própria.

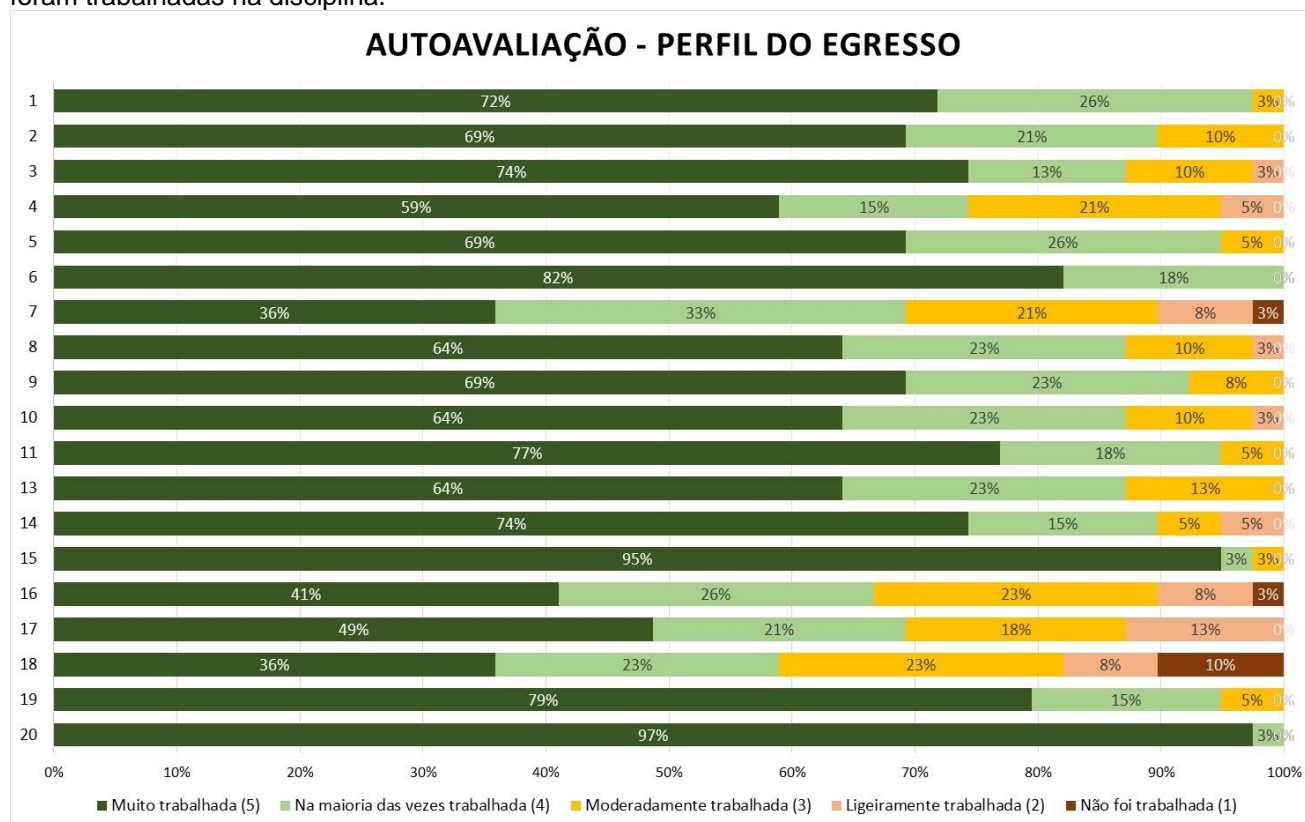
Nota-se, analisando a Figura 2, que mais de 90% dos estudantes indicaram que as seguintes características foram muito trabalhadas ou na maioria das vezes trabalhadas:

- 6) ser ético (100%)
- 20) atuar com comprometimento com desenvolvimento sustentável (100%)
- 1) visão holística e humanista (97%)
- 15) considerar aspectos ambientais (97%)
- 5) ser cooperativo (95%)
- 11) considerar aspectos globais (95%)
- 19) atuar com comprometimento com responsabilidade social (95%)

As características que *tiveram maior percentual de respostas* “ligeiramente trabalhadas” ou “não foram trabalhadas” foram:

- 18) atuar com isenção (18%)
- 17) considerar aspectos de segurança e saúde no trabalho (13%)
- 7) ter forte formação técnica (10%)
- 16) considerar aspectos culturais (10%)

Figura 2 – Tabulação dos resultados da autoavaliação, sobre o quanto as características do perfil do egresso foram trabalhadas na disciplina.



Fonte: Autoria própria.

5 CONCLUSÕES

Há uma grande sobreposição entre as características previstas no perfil do egresso e as capacidades que precisam ser construídas nos indivíduos para lidarem com o desenvolvimento sustentável. A criação de uma disciplina sobre mudanças climáticas para estudantes de engenharia, utilizando metodologias de aprendizagem ativa, permite trabalhar características que normalmente não são enfatizadas em disciplinas técnicas. As características mais trabalhadas foram: ética, atuação comprometida com desenvolvimento sustentável, visão holística e humanista, consideração de aspectos ambientais, cooperação, consideração de aspectos globais e atuação comprometida com responsabilidade social.

A metodologia utilizada, em que o estudante é obrigado a manifestar sua percepção sobre cada um dos pontos, mostrou-se interessante pois cada aluno se sentiu valorizado, pois o professor queria saber o que ele pensa a respeito, situação esta não comum em aulas expositivas tradicionais.

A fato do projeto ser extremamente desafiador (promover o crescimento do país, atendendo aos ODS e, ao mesmo tempo, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa), apesar de ter um enunciado amplo e vago, teve boa receptividade por parte dos estudantes, pois eles se sentiram empoderados e livres para poder propor soluções criativas e inovadoras.

Por fim, conclui-se que o estudo das mudanças climáticas, além de trazer um tema atual para a sala de aula, também contribui diretamente para melhor formar os engenheiros.

REFERÊNCIAS

Bahá'í International Community (BIC). One Planet, One Habitation - A Baha'i Perspective on Recasting Humanity's Relationship with the Natural World. 2022.

Conselho Nacional de Educação / Câmara de Educação Superior (CNE/CES). **RESOLUÇÃO CNE/CES 2, DE 24 DE ABRIL DE 2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. 2019.**

Organização das Nações Unidas (ONU). **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015a.**

_____. **Acordo de Paris. 2015b.**

_____. **Glasgow Climate Pact. 2021.**

SHAYANI, Rafael Amaral. **O papel crucial dos professores para conter a emergência climática.** Agência UnB, Brasília-DF, 2019.

_____. **Novos paradigmas para o planejamento energético: A importância das fontes renováveis e da eficiência energética.** In: Ações de eficiência energética associadas à geração distribuída: estudo de caso: Campus Darcy Ribeiro da Universidade de Brasília. 2020.

_____. **O despertar da automotivação nos estudantes por meio de aprendizagem baseada em projetos com foco nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.** In: ANAIS DO XLIX CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2021a.

_____. **A importância de estudar Mudanças Climáticas na graduação.** Agência UnB, Brasília-DF, 2021b.

_____. **A Universidade como peça-chave para suprir a lacuna de capacitação relacionada ao combate à mudança climática.** Agência UnB, Brasília-DF, 2021c.

Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). **Engenharia para o desenvolvimento sustentável. 2022a.**

_____. **Reimaginar nossos futuros juntos: um novo contrato social para a educação. 2022b.**

HOW THE STUDY OF CLIMATE CHANGE DEVELOPS THE ENGINEERING GRADUATE ATTRIBUTES

Abstract: *This paper presents the aim, scope, design, methodology, results and field experiences obtained with the undergraduate course “Engineering and Climate Change”. Much more than just informing students about the climate crisis and possible solutions, the discipline aims to work on the characteristics of the graduate's profile, especially ethics, commitment to sustainable development, holistic and humanistic vision, consideration of environmental aspects, cooperation, consideration of global aspects and commitment to social responsibility. The course used elements of active learning methodologies, notably project-based learning, flipped classroom and peer review. The content was based on IPCC reports. In conclusion, the students gained a broader view of how engineering can accelerate the energy transition and how sustainable development can be addressed in all areas of engineering, in addition to proposing projects that make it possible to promote the country's growth, aligned with the Sustainable Development Goals and, at the same time, reduce greenhouse gas emissions.*

Keywords: *engineering education, climate change, energy transition, engineering for sustainable development.*