



## **Metodologia motivadora visando trabalhar competências de engenharia relacionadas ao desenvolvimento sustentável: avaliação da aprendizagem**

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2023.4171

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

**Resumo:** *A educação deve modernizar suas metodologias de ensino-aprendizagem visando trabalhar competências de engenharia relacionadas ao desenvolvimento sustentável, para que a atual geração de engenheiros possa colaborar, de forma decisiva, para o atingimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Para isto, é necessário motivar o estudante, o que pode ser feito ao enfatizar como o conhecimento obtido nas disciplinas pode ser aplicado em projetos de engenharia que possam impactar a vida de milhões de pessoas. A metodologia motivadora foi aplicada a três disciplinas e teve sua eficácia avaliada por meio de um indicador de aprendizagem que quantifica a motivação do estudante. Como resultado, os alunos propuseram projetos complexos, demonstrando empoderamento, além de confirmarem a relevância do conhecimento de engenharia para a promoção de um mundo melhor.*

**Palavras-chave:** *educação em engenharia, engenharia para o desenvolvimento sustentável.*

## **METODOLOGIA MOTIVADORA VISANDO TRABALHAR COMPETÊNCIAS DE ENGENHARIA RELACIONADAS AO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM**

### **1 INTRODUÇÃO**

A utilização de metodologias de aprendizagem ativa visando construir capacidade nos estudantes de engenharia para lidar com os desafios do desenvolvimento sustentável exige uma redefinição do papel dos principais protagonistas envolvidos: o professor e o estudante. Cabe ao professor criar, dentro da sala de aula, um ambiente acolhedor que possibilite o florescimento das capacidades do estudante; cabe a este propor projetos, utilizando o conhecimento técnico fornecido pelo professor, que promovam a melhora do mundo!

Com o desenvolvimento tecnológico das últimas décadas, em especial a Internet, o professor deixou de ser a única fonte de conhecimento; muitos estudantes desestimulam-se com aulas meramente expositivas, uma vez que a informação técnica está disponível ao alcance de seu celular sempre que necessário. Por outro lado, a facilidade e rapidez com que as pessoas tem acesso a informações variadas de todos os setores da sociedade, tanto do Brasil quanto do mundo, faz com que a presente geração de estudantes tenha uma visão mais clara dos principais problemas mundiais, desenvolvendo uma consciência ambiental e senso de justiça social mais afluídos do que das gerações anteriores, incluindo a de seus professores.

A educação superior é um processo da qual dezenas de professores tomam parte ao longo da vida acadêmica do estudante. Considerando, metaforicamente, o processo educacional como a construção de uma casa, cada professor faz seu papel de colocar um tijolo nesta construção. Ao final do curso, após o estudante ter completado todas as disciplinas exigidas, a casa estará finalizada e o diploma de curso superior será emitido. Porém quem é o responsável por garantir que as paredes estão sendo construídas de forma reta? Quem é o responsável por ter uma visão ampla do processo educacional? Se cada professor considerar, como sua missão, apenas transmitir o conteúdo técnico previsto na ementa da disciplina que leciona, como pode-se garantir que, ao final, o estudante terá efetivamente desenvolvido todas as competências e características esperadas no perfil do egresso? Se cada um olhar apenas a sua parte, não há garantia que o todo estará realmente dentro do esperado.

Existem competências e características extremamente importantes, mas que são transversais, logo não são ministradas em uma disciplina específica. Elas devem ser abordadas em diversos momentos da vida acadêmica do estudante, e todos os professores devem reformular suas estratégias, refletindo sobre a melhor forma de inserir estes elementos dentro de suas disciplinas.

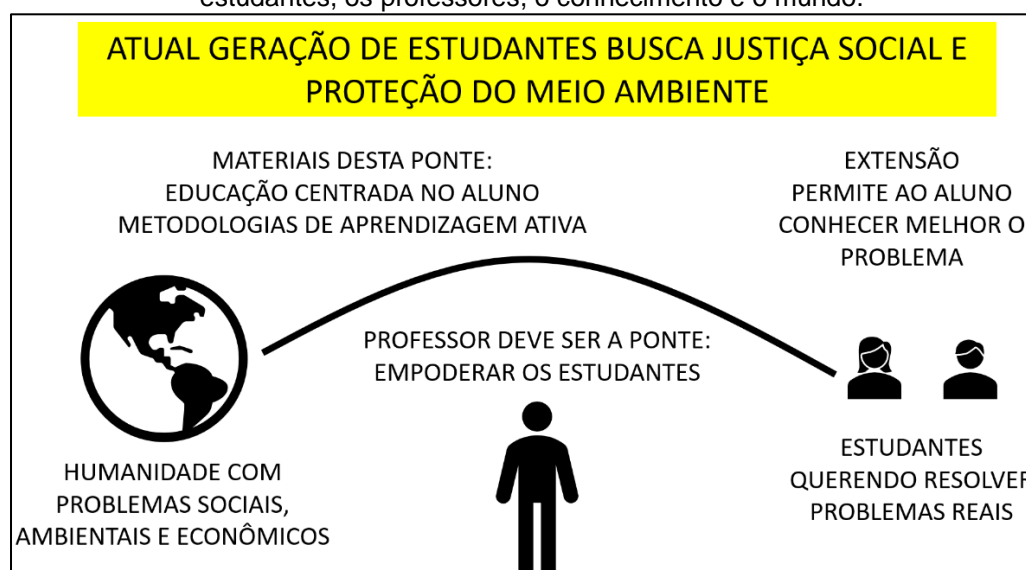
As Diretrizes Curriculares Nacionais de Engenharia (CNE/CES, 2019) definem o perfil do egresso com as seguintes características, entre outras: visão holística e humanista, crítico, reflexivo, criativo, cooperativo, ético, com forte formação técnica, com perspectivas multidisciplinares e transdisciplinares, com consciência global e comprometido com responsabilidade social e desenvolvimento sustentável. Nota-se que o papel do professor não se limita a apenas transmitir conhecimento técnico, visto que não há, na grade curricular típica das faculdades, disciplinas específicas que trabalhem estas características,

motivo pelo qual devem ser inseridas dentro das diversas disciplinas dos cursos de engenharia.

Ao escolher engenharia, normalmente durante o período de amadurecimento típico da adolescência, talvez o estudante tenha feito esta opção por ser ficado impressionado com o brilho da tecnologia. Dispositivos tecnológicos já são parte da vida dos nato-digitais, e a quantidade de tecnologia no dia-a-dia de todos aumenta ainda mais. Entretanto, cabe ao professor fazer com que os estudantes reflitam sobre o juramento que farão no dia de sua colação de grau, de que não se devem deixar cegar pelo brilho excessivo da tecnologia, lembrando sempre de que trabalham para o bem da humanidade e não da máquina, devendo sempre respeitar a natureza. Trata-se de diretrizes que devem ser interiorizadas nos estudantes ao longo do curso, e não somente serem apresentadas no momento da colação. O formando deve fazer o juramento de forma consciente, e não apenas repetir mecanicamente um texto como parte de um procedimento burocrático.

O palco está montado, com os protagonistas sobre ele. De um lado tem-se estudantes que buscam justiça social e proteção do meio ambiente, mas que não se sentem atraídos por aulas expositivas, visto que já possuem acesso ao conteúdo; de outro lado tem-se os professores, que se sentem desmotivados pelo desinteresse dos alunos pelas aulas expositivas, mas que possuem a nobre tarefa de desenvolver valores relacionados com visão holística e humanista, ética, responsabilidade social e desenvolvimento sustentável nos estudantes. Esta interação entre os protagonistas pode ocorrer por meio de metodologias de aprendizagem ativa baseada em projetos, em que os professores atuam como uma ponte, ligando os estudantes aos problemas reais da humanidade, e fornecem as ferramentas, por meio da forte formação técnica, para que os alunos possam utilizar o conhecimento adquirido em sala de aula para resolver estes problemas (Figura 1). O material desta ponte são as metodologias de aprendizagem ativa, as quais promovem a educação centrada no aluno. As atividades de extensão também são valiosos recursos que permitirão aos estudantes melhor conhecer os problemas que visam solucionar.

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



Fonte: Autoria própria.

O presente artigo tem como objetivo validar a metodologia motivadora de ensino-aprendizagem visando trabalhar competências de engenharia relacionadas ao desenvolvimento sustentável, proposta por Shayani (SHAYANI, 2021, 2022) a qual foi aplicada a três disciplinas diferentes, e teve a avaliação da aprendizagem quantificada por meio de um indicador de motivação do estudante.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) já indica, há muitos anos, a necessidade de modernização tanto da educação em geral quanto da educação em engenharia.

O relatório de 2022 *“Um novo contrato social para a educação”* enfatiza que a educação deve ajudar a construir futuros pacíficos, justos e sustentáveis, fundamentados na justiça social, econômica e ambiental; destaca a importância da construção de capacidade nos indivíduos para trabalharem juntos em benefício compartilhado; convida 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. O documento indica que a educação deve promover a união dos estudantes em torno de esforços coletivos; o sistema educacional deve oferecer uma aprendizagem significativa e um senso de propósito e autonomia para agir ou escolher suas ações, visando prepará-los para os desafios, tanto do presente quanto do futuro. Os estudantes, declara a UNESCO, devem despertar para a gravidade dos problemas que confrontam a humanidade e encontrar um caminho a seguir que resista à mera replicação. O progresso deve ser medido em termos de bem-estar humano, e não de prestigiados edifícios, carros ou outras coisas semelhantes (UNESCO, 2022a).

Este mesmo relatório afirma que são necessárias abordagens renovadas e mais eficazes para ajudar os estudantes a desenvolver suas capacidades de adaptação e mitigação da mudança climática. O desenvolvimento sustentável é cada vez mais reconhecido como um propósito orientador para a educação e como um princípio organizador dos currículos. Entre outros, o documento destaca a importância da aprendizagem ativa com pedagogias que ajudem os estudantes a aprender como melhorar o mundo, indicando que os próprios Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) oferecem um marco que estrutura a aprendizagem interdisciplinar baseada em problemas e em projetos, visando desenvolver capacidade nos estudantes para avançar rumo a um futuro pacífico, justo e sustentável (UNESCO, 2022a).

Especificamente sobre engenharia, um conjunto de relatórios publicados nos últimos anos indica a necessidade de novos rumos para a educação em engenharia. O relatório de 2010 enfatiza a importância de transformar o currículo e os métodos de ensino de forma a enfatizar a relevância dos problemas que podem ser solucionados pela engenharia, abordando questões globais e desafios, tais como erradicação da pobreza, desenvolvimento sustentável e mudança climática, como forma de atrair a atenção e interesse dos estudantes (UNESCO, 2010). O relatório de 2014 alerta que não está sendo divulgada, de forma adequada, a importante contribuição que a engenharia pode fazer para a sociedade, contribuindo para o desinteresse e evasão dos estudantes (BEANLAND; HADGRAFT, 2014). O relatório de 2022 apresenta um capítulo dedicado ao ensino de engenharia e capacitação para o desenvolvimento sustentável, destacando a necessidade de conhecimentos e competências multidisciplinares e interdisciplinares e métodos de ensino baseados em projetos visando resolver problemas complexos (UNESCO, 2022b).



Uma das diretrizes de referência mundial para o combate às mudanças climáticas é o Acordo de Paris, o qual reconhece a importância de abordagens não mercadológicas integradas, holísticas e equilibradas estarem disponíveis para os países, e a necessidade de desenvolver capacidade para tal. As pessoas devem ser capacitadas para propor soluções que respeitem, promovam e considerem suas respectivas obrigações em matéria de direitos humanos, direito à saúde, direitos dos povos indígenas, comunidades locais, migrantes, crianças, pessoas com deficiência e pessoas em situação de vulnerabilidade, direito ao desenvolvimento, bem como a igualdade de gênero, empoderamento das mulheres e a igualdade intergeracional (ONU, 2015).

Sobre construção de capacidade para combater a mudança climática e promover o desenvolvimento sustentável, o documento *"One Planet, One Habitation"* apresenta diretrizes que indicam que os indivíduos devem desenvolver uma gama de capacidades interrelacionadas: não apenas científica e técnica, mas também social, moral e espiritual; os indivíduos devem ser providos com conceitos, conhecimentos e métodos, além de habilidades, atitudes e qualidades, necessários para estabelecer um padrão de vida individual e coletivo mais sustentável e saudável. 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).

Posto isto, nota-se a importância de desenvolver as características do perfil do egresso no decorrer do curso de engenharia, trabalhando-as em todas as disciplinas em que houver espaço para tal. Metodologias de ensino-aprendizagem que estimulem os estudantes a, conscientemente, desenvolverem estas características, devem ser cada vez mais utilizadas, tanto por professores de disciplinas teóricas quanto de disciplinas práticas.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia motivadora de ensino-aprendizagem visando trabalhar competências de engenharia relacionadas ao desenvolvimento sustentável, proposta por Shayani (SHAYANI, 2021, 2022) foi aplicada em três disciplinas de engenharia, com foco no desenvolvimento das características do perfil do egresso, tendo como motivação os ODS, com ênfase no ODS 13 de combate às mudanças climáticas.

#### 3.1 Descrição da metodologia motivadora de ensino-aprendizagem

De forma resumida, a proposta da metodologia visa despertar a automotivação no estudante ao ser desafiado a utilizar os conhecimentos adquiridos na disciplina para conceber um projeto de engenharia com objetivo nobre, capaz de impactar positivamente a vida de milhares de pessoas. É baseada na ideia de que todo ser humano é nobre por natureza e atenderá um chamado para utilizar seu conhecimento para ajudar o próximo. A utilização combinada de aprendizagem baseada em projetos, sala de aula invertida e gamificação permite dar à disciplina flexibilidade e dinamismo, em especial para que o professor possa dialogar, em sala de aula, sobre as implicações dos projetos que podem ser realizados a partir do conteúdo estudado. Recomenda-se que até 25% da carga horária da disciplina seja destinada a este diálogo motivador e empoderador junto aos estudantes.

De forma resumida, a metodologia possui os seguintes elementos:

### **Nível 1: entendimento do conteúdo**

Este nível utilizar a sala de aula invertida: os estudantes devem ler o conteúdo antes da aula, para que o professor possa enfatizar os principais pontos, esclarecer os aspectos mais abstratos e, principalmente, associar estes conceitos com aplicações práticas de engenharia.

### **Nível 2: aplicação do conhecimento em ambiente controlado**

Trata-se do uso de gamificação do aprendizado. Os exercícios relacionados à teoria são cadastrados em um Ambiente Virtual de Aprendizagem (Moodle, por exemplo) de forma a compor um banco de questões. Os estudantes devem ser capazes de resolver os exercícios, cuja resposta está cadastrada no sistema, antes de se aventurarem a propor projetos inovadores cuja resposta ainda não é conhecida. Caso o estudante não consiga tirar nota mínima no primeiro conjunto de questionários, ele recebe uma avaliação formativa e deve fazer nova tentativa após um prazo de 24 horas, tempo este necessário para revisão e estudo do conteúdo. Para cada tentativa, questões semelhantes, mas com valores diferentes, são sorteadas dentro do banco de questões. Ao tirar a nota mínima necessária, *a "próxima fase" de questionários é disponibilizada, como se fosse um jogo*. Esta etapa é eliminatória; caso não demonstre domínio do conteúdo da disciplina, não se habilita para a etapa de projeto.

### **Nível 3: aplicação do conhecimento em ambiente real**

Trata-se de utilizar a teoria estudada para propor um projeto de engenharia real, impactante, aderente aos ODS e com ênfase no combate às mudanças climáticas. Ele é composto por três pontos de controle: (i) definição do tema do projeto; (ii) elaboração de um esboço contextualizado, com escolha de uma comunidade real a ser atendida, com dados reais de projeto, o qual o professor fará uma avaliação formativa e devolverá o trabalho com sugestões; e (iii) elaboração do projeto final, contendo memorial de cálculo aplicando as equações da disciplina, além de apresentação aos colegas, os quais utilizam a metodologia de revisão por pares para avaliar a proposta apresentada.

O aspecto diferencial desta metodologia é justamente a utilização dos ODS como *"necessidades dos usuários"*, com ênfase em um dos maiores problemas da humanidade, que é o combate à mudança climática. O objetivo geral da disciplina passa a ser trabalhar o perfil do egresso, tendo como pano de fundo a teoria prevista na ementa.

### **3.2 Indicador de aprendizagem "Motivação do Estudante"**

Para medir a efetividade da disciplina, foi aplicado a todos os estudantes o indicador de aprendizagem *"motivação do estudante"* (KELLER, 2010), recomendado pelo Programa de Aprendizagem para o Terceiro Milênio da Universidade de Brasília (RAMOS et al., 2022). o qual é composto pelo questionário *"Course Interest Survey"* (CIS), com 34 afirmações, apresentadas no Quadro 1, as quais são agregadas nas seguintes dimensões:

Quadro 1 – Questionário de motivação do estudante aplicado aos estudantes.

Esta parte do questionário possui 34 afirmações. Por favor, pense sobre cada uma delas em relação à disciplina e indique o quão verdadeira ela é. Dê a resposta que realmente se aplica a você, e não o que você gostaria que fosse verdade, ou o que acha que os outros querem ouvir.

Pense sobre cada afirmação individualmente e indique quão verdadeira ela é. Não se deixe influenciar com suas respostas para as outras afirmações.

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

- 1 Não é verdadeiro
- 2 Ligeiramente verdadeiro
- 3 Moderadamente verdadeiro
- 4 Na maioria das vezes verdadeiro
- 5 Muito verdadeiro

1. O professor sabe como nos fazer sentir entusiasmados com o assunto dessa disciplina.
2. O que estou aprendendo nessa disciplina será útil para mim.
3. Sinto-me confiante de que vou me sair bem nessa disciplina.
4. Esta aula tem muito pouco que prenda minha atenção.
5. O professor faz o conteúdo dessa disciplina parecer importante.
6. Você tem que ter sorte para ter notas boas nessa disciplina.
7. Eu tenho que me dedicar muito para ter sucesso nessa disciplina.
8. Não vejo como o conteúdo dessa disciplina se relaciona com qualquer coisa que eu já saiba.
9. Se vou ou não ter sucesso nessa disciplina depende de mim.
10. O professor cria expectativas ao construir um ponto.
11. O conteúdo dessa disciplina é muito difícil para mim.
12. Eu sinto que essa disciplina me dá muita satisfação.
13. Nessa disciplina, procuro estabelecer e conquistar altos níveis de excelência.
14. Eu sinto que as notas e outros reconhecimentos que recebo são justos quando comparados aos de outros alunos.
15. Os estudantes dessa turma parecem curiosos sobre o conteúdo.
16. Eu gosto de estudar para essa disciplina.
17. É difícil prever qual nota o professor dará para as minhas atividades.
18. Eu estou satisfeito com as avaliações do professor nas minhas atividades em comparação ao quão bem eu acho que fui.
19. Eu estou satisfeito com o que estou adquirindo dessa disciplina.
20. O conteúdo dessa disciplina se relaciona com minhas expectativas e objetivos.
21. O professor faz coisas incomuns ou surpreendentes que são interessantes.
22. Os estudantes participam ativamente nessa turma.
23. Para alcançar meus objetivos é importante que eu tenha um bom desempenho nessa disciplina.
24. O professor usa uma variedade interessante de técnicas de ensino.
25. Acho que não irei me beneficiar dessa disciplina.
26. Muitas vezes me distraio durante esta aula.
27. Como estou participando dessa aula, acredito que posso ter sucesso se me esforçar bastante.
28. Os benefícios pessoais dessa disciplina são claros para mim.
29. Minha curiosidade é muitas vezes estimulada pelas perguntas feitas ou problemas apresentados relacionados ao conteúdo desta disciplina.
30. Eu acho que o nível de desafio dessa disciplina está adequado: nem muito fácil ou muito difícil.
31. Eu me sinto bastante decepcionado com essa disciplina.
32. Eu sinto que recebo reconhecimento suficiente pelo meu empenho nessa disciplina por meio de notas, comentários e outros feedbacks.
33. A quantidade de trabalho que tenho que fazer é apropriada para esse tipo de disciplina.
34. Eu recebo feedback suficiente para saber o quão bem estou me saindo.

Fonte: (RAMOS et al., 2022)

- Atenção – indica o quanto os alunos acharam esta experiência estimulante e interessante.
- Relevância – indica o quanto os alunos acharam esta experiência valiosa, importante e relacionada com seus objetivos pessoais.
- Confiança – indica o quanto os alunos controlaram seu sucesso na disciplina.
- Satisfação – indica o quanto os alunos se sentiram bem com seu resultado na disciplina, tiveram seu ponto de vista ouvido e respeitado e venceram desafios que promoveram o desenvolvimento de competências.

A hipótese em análise é que a metodologia motivadora deverá apresentar indicadores elevados em todos os quesitos, *com destaque para o fator “relevância”, por ser o mais associado à motivação de melhorar o mundo utilizando o conhecimento aprendido nas disciplinas de engenharia.*

## 4 RESULTADOS

A metodologia foi aplicada a três disciplinas de engenharia da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília em 2022, e o impacto causado nos estudantes foi *mensurado por meio do indicador de aprendizagem “motivação do estudante”*. Este questionário não foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) por se tratar de pesquisa de opinião dos estudantes.

### 4.1 Disciplina Laboratório de Instalações Elétricas

A disciplina Laboratório de Instalações Elétricas é de final de curso, obrigatória para os estudantes do curso de Engenharia Elétrica. Ela tem como pré-requisito a disciplina teórica, logo os estudantes já possuem o conhecimento técnico, mas precisam praticá-lo para melhor fixá-lo.

Como parte da aplicação da metodologia, os estudantes foram desafiados a propor projetos de impacto diretamente relacionados aos ODS, e que sejam aplicados ao prédio da própria Faculdade. Como resultado, os seguintes projetos foram propostos, espontaneamente, pelos estudantes, os quais realizaram todos os cálculos elétricos exigidos pela disciplina:

- Expansão do sistema fotovoltaico do prédio;
- Sala de estudos com capacidade para 216 lugares;
- Salas de aulas com ventilação natural, pisos elevados e tomadas para todos os estudantes poderem carregar notebooks; e
- 62 estações de recarga de veículo elétrico no estacionamento da faculdade.

Cada estudante propôs, por iniciativa própria, estes projetos pois os considerou relevantes e com elevado impacto na comunidade. Trata-se de projetos complexos e que exigem domínio dos conceitos de engenharia para concebê-los e apresentá-los. A metodologia de ensino-aprendizagem baseada em projetos, em que os estudantes foram estimulados a escolher o projeto que acham importante desenvolver para promover a melhora do mundo, fez com que eles desejassem realizar projetos de excelência, com esmero nos cálculos de engenharia, por ser um tema importante para cada um deles.



#### 4.2 Disciplina Eletricidade Básica

A disciplina Eletricidade Básica é ministrada para estudantes das engenharias Ambiental, Civil, Mecânica e Química, entre o 5º e 8º período. Utilizando a mesma metodologia, os alunos foram desafiados a escolher projetos de elevado impacto na sociedade, alinhados com os ODS, e que necessariamente utilizassem eletricidade, para que pudessem aplicar todos os cálculos da disciplina no caso escolhido. Alguns dos temas selecionados, espontaneamente pelos estudantes, foram:

- Abastecimento de água a partir de hidropainéis em regiões áridas brasileiras;
- Veículo elétrico varredor de ruas;
- Transporte coletivo elétrico; e
- Expansão do metrô.

Novamente, a metodologia teve o efeito de estimular os estudantes a escolherem temas complexos e que exigiram conhecimento pleno da teoria para serem formulados e apresentados.

#### 4.3 Disciplina Engenharia e Mudanças Climáticas

Trata-se de disciplina optativa sem pré-requisitos, logo espera-se que os alunos matriculados sejam, naturalmente, interessados no tema. De forma resumida, a metodologia consiste em:

- Cada aluno deve ler o material com antecedência (relatórios do IPCC sobre a mudança climática) e postar um comentário no Ambiente Virtual de Aprendizagem antes da aula, com a parte que mais lhe chamou a atenção;
- Cada grupo deve apresentar um seminário em sala de aula, com duração de 30 a 45 minutos. O restante da aula é destinado ao diálogo sobre o tema. Como todos os alunos leram o material com antecedência, e o seminário frizou os pontos mais relevantes, todos teriam um conhecimento inicial do tema, a ser aprofundado no diálogo; e
- Cada grupo deve apresentar um projeto final, com ações práticas de engenharia para o combate às mudanças climáticas, com foco nos ODS.

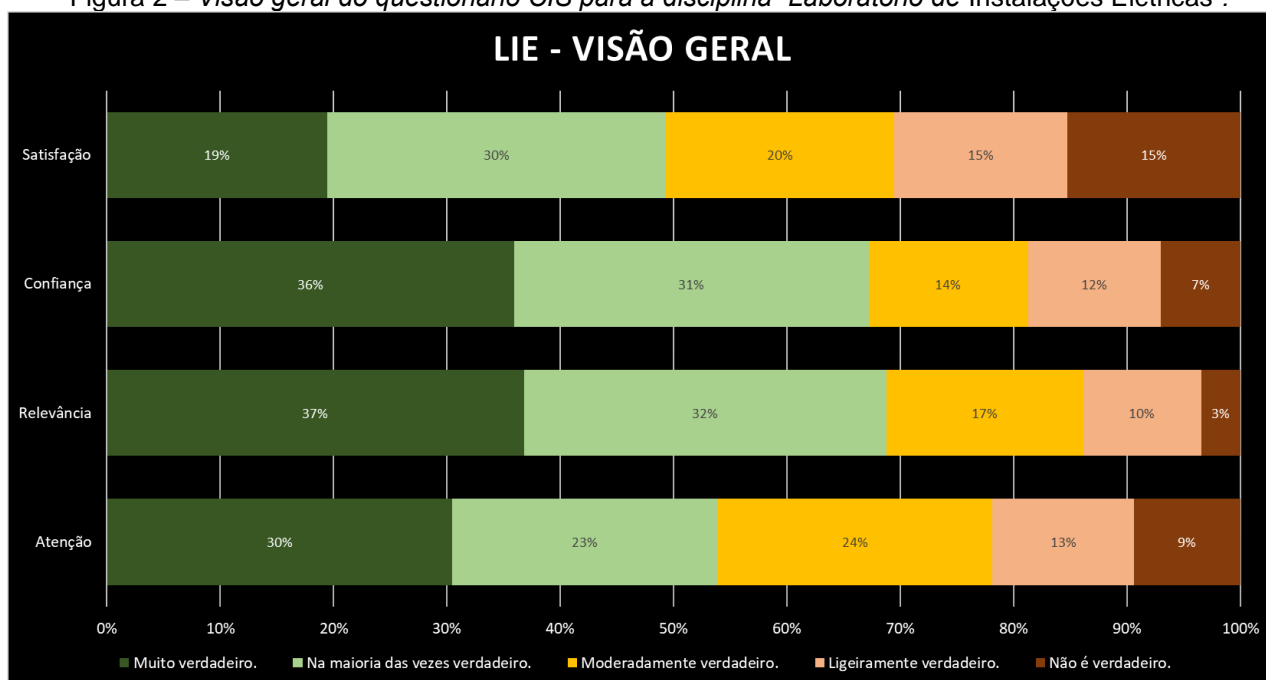
Alguns dos temas selecionados, espontaneamente pelos estudantes, foram:

- Cidades sustentáveis;
- Compostagem de resíduos orgânicos;
- Máquina de captura de carbono da atmosfera;
- Desenvolvimento de plataforma educacional global;
- Capacitação sobre energia limpa;
- Sistemas de semáforos inteligentes para redução do consumo de combustível fóssil em veículos; e
- Bicicletas elétricas.

#### 4.4 Resultados da aplicação do questionário

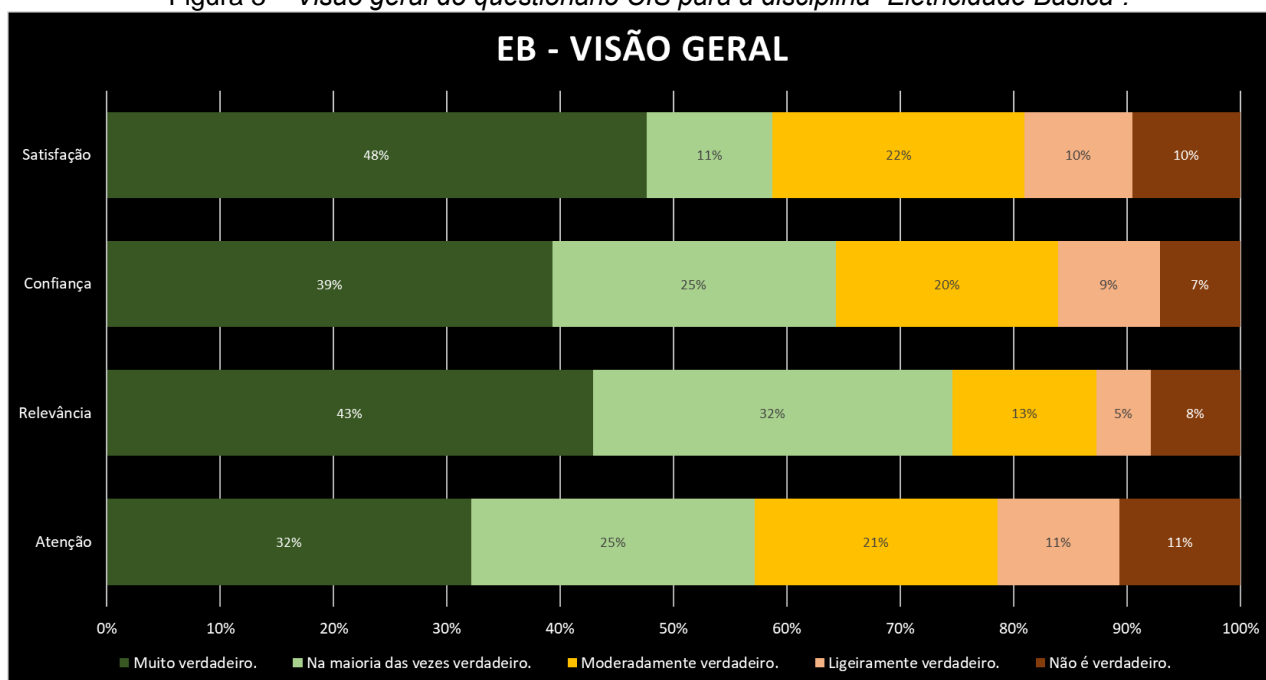
O questionário foi respondido por 16 estudantes da disciplina Laboratório de Instalações Elétricas (LIE), por 7 estudantes da disciplina Eletricidade Básica (EB) e 39 estudantes da disciplina Engenharia e Mudanças Climáticas. As Figuras 2 a 4 apresentam a visão geral dos quatro fatores contemplados no questionário.

Figura 2 – Visão geral do questionário CIS para a disciplina “Laboratório de Instalações Elétricas”.



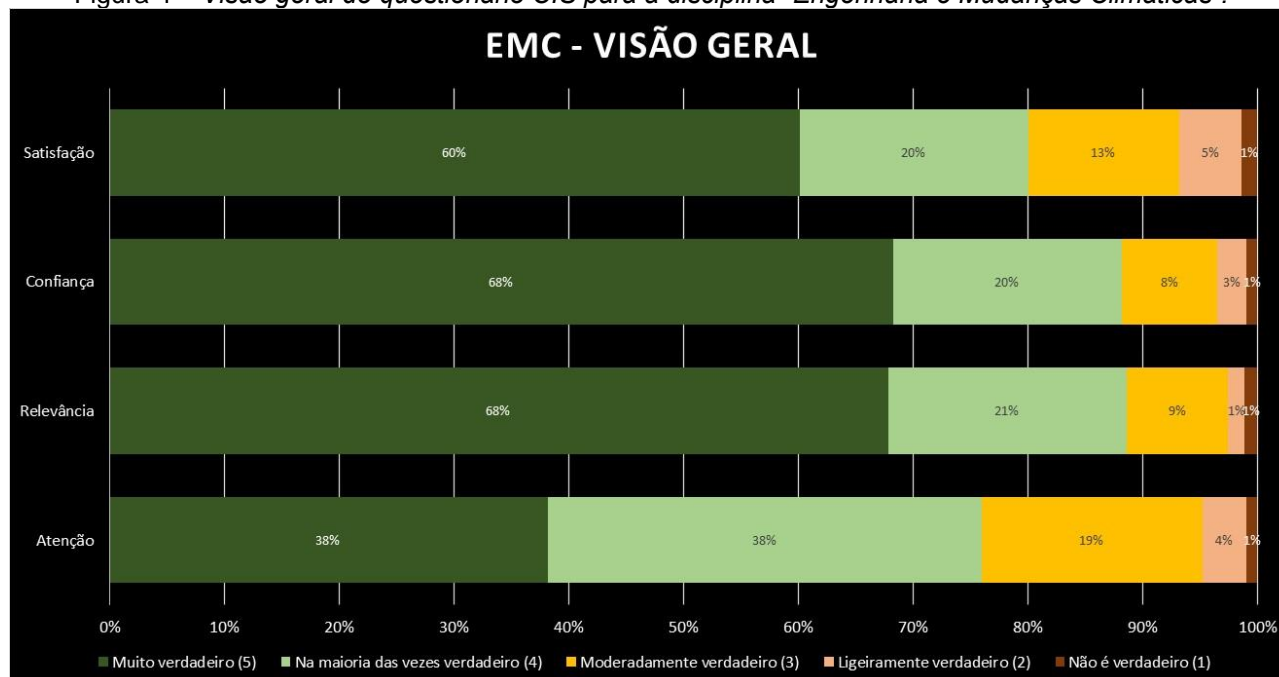
Fonte: Autoria própria.

Figura 3 – Visão geral do questionário CIS para a disciplina “Eletricidade Básica”.



Fonte: Autoria própria.

Figura 4 – Visão geral do questionário CIS para a disciplina “Engenharia e Mudanças Climáticas”.



Fonte: Autoria própria.

Nota-se, de forma geral, que houve aprovação da metodologia por uma parcela expressiva dos estudantes. Destaca-se o fator “Relevância” como o de maior concordância, o que confirma que a metodologia de estimular os estudantes a buscarem soluções relevantes para problemas reais da humanidade, utilizando para isto o conhecimento técnico das disciplinas, foi eficaz. O fator com menor pontuação, mas mesmo assim ainda bem avaliado, foi o de “Satisfação”, em especial pela quantidade adicional de trabalho que a metodologia demanda do estudante quando comparado com o método tradicional de aplicação de provas.

## 5 CONCLUSÕES

A metodologia motivadora de ensino-aprendizagem visando trabalhar competências de engenharia relacionadas ao desenvolvimento sustentável parte da premissa de que os estudantes ficarão motivados a aprender se entenderem como o conteúdo da disciplina poderá ser aplicado, de forma concreta, para melhorar a vida das pessoas e do planeta. Tal hipótese foi validada pela aplicação do indicador de aprendizagem “motivação do estudante”, onde o fator “Relevância” foi o mais bem avaliado.

A metodologia mostrou-se versátil também, pois foi aplicada com sucesso tanto em disciplinas teóricas quanto em disciplina prática. O sucesso pode ser medido ao perceber que, em todas as disciplinas, a motivação foi elevada.

Recomenda-se, como atividade futura, que a metodologia seja aplicada em outras disciplinas e utilizado o mesmo questionário de avaliação da aprendizagem, para que resultados possam ser comparados, com troca de experiências.

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece ao Programa de Aprendizagem para o Terceiro Milênio da Universidade de Brasília pelo estímulo e apoio à utilização de novos indicadores de aprendizagem, auxiliando na modernização do ensino em engenharia, por meio do Edital No. 013/DEG/2022.

## REFERÊNCIAS

BEANLAND, David; HADGRAFT, Roger. **Engineering Education: Transformation and Innovation**. 2014.

*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.

KELLER, John M. **Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach**. 2010.

Organização das Nações Unidas (ONU). **Acordo de Paris**. 2015.

RAMOS, Cristiane Soares; VIANNA, Dianne Magalhães; BESSA, Eduardo; MORTARI, Márcia Renata; FREITAS, Sergio Antonio Andrade. **Indicadores de Aprendizagem**. Universidade de Brasília, 2022.

SHAYANI, Rafael Amaral. **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, 2021.

\_\_\_\_\_. **Metodologia motivadora de ensino-aprendizagem visando trabalhar competências de engenharia relacionadas ao desenvolvimento sustentável**. In: ANAIS DO L CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2022.

Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). **Engineering: Issues, Challenges and Opportunities for Development**. 2010.

\_\_\_\_\_. **Reimaginar nossos futuros juntos: um novo contrato social para a educação**. 2022a.

\_\_\_\_\_. **Engenharia para o desenvolvimento sustentável**. 2022b.

## TEACHING-LEARNING MOTIVATIONAL APPROACH AIMING TO DEVELOP ENGINEERING SKILLS RELATED TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT: LEARNING ASSESSMENT

**Abstract:** Education must modernize its teaching-learning methodologies in order to work on engineering skills related to sustainable development, so that the current generation of engineers can contribute decisively to the achievement of the Sustainable Development Goals. For this, it is necessary to motivate the student, which can be done by emphasizing how the knowledge obtained in the disciplines can be applied in engineering projects that can impact the lives of millions of people. The motivating methodology was applied to three disciplines and its effectiveness was evaluated using a learning indicator that quantifies the student's motivation. As a result, students proposed complex projects, demonstrating empowerment, in addition to confirming the relevance of engineering knowledge for promoting a better world.

**Keywords:** engineering education, engineering for sustainable development.