

# EDUCAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: INTEGRAÇÃO DE COMPETÊNCIAS TÉCNICAS E HABILIDADES COMPORTAMENTAIS NAS DISCIPLINAS CTEM

Giselle Cristina Cardoso<sup>1</sup>

André Lucas Novaes<sup>2</sup>

Débora Zumkeller Sabonaro<sup>3</sup>

**Resumo:** Este estudo analisa o desenvolvimento de competências técnicas e habilidades comportamentais por meio da integração das disciplinas Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (CTEM) na Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS). A partir de uma revisão da literatura, identificaram-se competências essenciais, como pensamento sistêmico, resolução de problemas e colaboração, fundamentais para enfrentar desafios socioambientais contemporâneos. Os resultados indicam que a abordagem interdisciplinar CTEM associada à Educação Ambiental pode potencializar o preparo dos estudantes para enfrentar esses desafios, contribuindo para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável na Educação.

**Palavras-chave:** Educação Ambiental; Educação para o Desenvolvimento Sustentável; Competências Técnicas; Habilidades Comportamentais; CTEM.

---

<sup>1</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais.

E-mail: giselle.cardoso@ifsuldeminas.edu.br, Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9012973836689122>

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais.

E-mail: andre.novaes@ifsuldeminas.edu.br, Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3304120377395791>

<sup>3</sup> Universidade Federal de Alfenas, E-mail: dzsabonaro@gmail.com

Link para o Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0909810882585982>

Revbea, São Paulo, V. 20, Nº 6: 54-74, 2025.

**Abstract:** This study analyzes the development of technical competencies and behavioral skills through the integration of Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) disciplines into Education for Sustainable Development (ESD). Through a literature review, essential competencies such as systems thinking, problem-solving, and collaboration were identified as fundamental for addressing contemporary socio-environmental challenges. The results indicate that an interdisciplinary STEM approach, combined with Environmental Education, enhances student preparedness to effectively tackle these challenges, directly contributing to the achievement of the Sustainable Development Goals in Education.

**Keywords:** Environmental Education; Education for Sustainable Development; Technical Competencies; Behavioral Skills; STEM.

## Introdução

Sustentabilidade é um conceito que busca um desenvolvimento que atenda às necessidades atuais sem comprometer as gerações futuras. Em resposta a essa necessidade, a ONU estabeleceu em 2015 os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), compostos por 17 metas globais interconectadas, direcionadas à erradicação da pobreza, à proteção do planeta e à garantia de prosperidade para todos até 2030 (Cardoso; Novaes; Sabonaro, 2025; Cebrián, Junyent e Mulà, 2021; Hung, Huang e Hwang, 2014; Kioupi; Voulvoulis, 2019; United Nations, 2015). A promoção da sustentabilidade tornou-se fundamental em diversos setores, refletindo uma crescente consciência sobre questões ambientais e sociais. Nesse sentido, os ODS servem como um guia universal para a transição rumo ao desenvolvimento sustentável, exigindo ações integradas que maximizem interações e benefícios, ao mesmo tempo em que minimizam as desvantagens (IIASA, 2018; United Nations, 2015). A educação, neste contexto, surge como uma ferramenta poderosa, capacitando os indivíduos com as competências e habilidades necessárias para enfrentar os desafios complexos do século XXI e promovendo a mudança de comportamentos que favoreçam a ação responsável em prol do meio ambiente (Ardoin; Bowers; Gaillard, 2020; Laurie *et al.*, 2016; UNESCO *et al.*, 2018).

A Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) visa formar cidadãos conscientes e engajados, integrando práticas sustentáveis nos currículos educacionais (Baena-Morales; Martinez-Roig; Hernández-Amorós, 2020; Pandey, 2024). Fortemente ligada à Educação Ambiental (EA), a EDS capacita indivíduos a tomar decisões responsáveis e a enfrentar desafios globais, como as mudanças climáticas, desigualdades sociais e degradação ambiental (Laurie *et al.*, 2016; Novaes; Cardoso; Sabonaro, 2023, 2025; UNESCO, 1987). Assim, a EDS apoia a implementação dos ODS, conectando as demandas globais às práticas locais (Kioupi; Voulvoulis, 2019).

A integração da educação CTEM — que engloba Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática — dentro da EDS surge como uma abordagem para capacitar os alunos, especialmente os do ensino superior, para enfrentar os desafios ambientais, sociais e econômicos do século XXI. Essa combinação de disciplinas permite que os estudantes desenvolvam tanto competências técnicas quanto habilidades comportamentais, ambas fundamentais para o alcance dos ODS (Kushnir; Bazanova, 2018). A promoção dessas competências vai além da simples aquisição de conhecimentos teóricos, envolvendo a participação ativa dos cidadãos e o desenvolvimento de uma mentalidade orientada para a sustentabilidade. Nesse contexto, a EDS integrada à estrutura CTEM não apenas impulsiona o desenvolvimento de habilidades cognitivas, mas também fortalece as habilidades socioemocionais e comportamentais, essenciais para a formação de indivíduos capazes de atuar em um mundo cada vez mais interconectado e dinâmico (Cebrián Bernat; Junyent Pubill, 2014; Martín-Sánchez; González-Gómez; Jeong, 2022; Rieckmann, 2012; Wiek *et al.*, 2011; Novaes, 2024).

Este estudo tem como objetivo explorar como a EDS, integrada com competências técnicas e habilidades comportamentais nas disciplinas CTEM, pode capacitar indivíduos para enfrentar desafios globais e promover a sustentabilidade. Especificamente, o estudo busca compreender de que maneira essas competências e habilidades estão interrelacionadas dentro da EDS, oferecendo reflexões sobre como essa integração pode contribuir para a formação de estudantes do ensino superior mais preparados para o desenvolvimento sustentável.

## Referencial Teórico

A Agenda 2030 da ONU, que introduziu os ODS em 2015, visa não apenas resolver problemas isolados, mas criar um caminho sustentável que equilibre necessidades econômicas, sociais e ambientais, promovendo um desenvolvimento inclusivo e equitativo (Cebrián; Junyent; Mulà, 2021; Huang *et al.*, 2022; Kioupi; Voulvoulis, 2019; United Nations, 2015). Cada um dos 17 objetivos contém metas específicas que se adaptam às realidades locais, permitindo que diferentes países, regiões e municípios personalizem suas abordagens para alcançar os objetivos (Meschede, 2020; United Nations, 2015). A ONU estruturou esses objetivos para que possam ser aplicáveis globalmente, reconhecendo que, apesar das diferentes condições socioeconômicas, todos os países compartilham a responsabilidade de trabalhar juntos para um futuro sustentável (Meschede, 2020; United Nations, 2015).

As metas estabelecidas são essenciais para enfrentar desafios globais, como as mudanças climáticas, desigualdades sociais e degradação ambiental (United Nations, 2015). Além disso, a implementação dos objetivos requer cooperação entre países e a integração de esforços em múltiplos níveis, desde o local até o global, garantindo políticas eficazes e coordenadas (Leal Filho *et*

Revbea, São Paulo, V. 20, Nº 6: 54-74, 2025.

*al.*, 2018). A promoção da sustentabilidade por meio dos ODS é fundamental para construir sociedades resilientes, capazes de enfrentar crises globais e garantir um futuro próspero para todos (Mishra *et al.*, 2024). A promoção de abordagens integradas, pesquisa interdisciplinar e cooperação internacional são pilares fundamentais para o sucesso dessa Agenda 2030 (Meschede, 2020; Salvia *et al.*, 2019). A capacidade de adaptar e inovar continuamente será essencial para enfrentar os desafios emergentes e assegurar um futuro sustentável para todas as gerações (Mishra *et al.*, 2024).

A EA e a EDS desempenham papéis fundamentais na formação de cidadãos conscientes e preparados para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos (Rocha *et al.*, 2023). Historicamente, a EA está enraizada em movimentos de resistência ao modelo capitalista predatório, promovendo uma consciência crítica sobre as relações entre sociedade e natureza, incentivando práticas sustentáveis e a autorresponsabilidade ambiental (Layrargues, 2018; Tamaio; Gomes; Willms, 2020). Esse enfoque crítico da EA é fundamental para a transição para a EDS, que amplia o debate, incorporando dimensões políticas, sociais e econômicas à discussão ambiental (Hume e Barry, 2015). A articulação entre EA e EDS ressalta uma abordagem educacional abrangente que vai além da preservação ambiental, integrando a formação cidadã e estimulando o exercício da cidadania por meio de práticas pedagógicas dinâmicas e interativas, como oficinas e jogos educativos (Rocha *et al.*, 2023). Essa integração é fundamental para preparar futuras gerações para atuar de forma responsável e sustentável em um mundo em constante transformação.

A implementação de estratégias flexíveis e adaptativas, que incorporem avaliações contínuas e aprendizado constante, também é necessária para ajustar políticas e práticas às condições sociais, econômicas e ambientais em constante mudança, garantindo assim resultados sustentáveis a longo prazo (Halvorsen; Evans; Penderis, 2017; Mishra *et al.*, 2024).

Dentro desse escopo, a adaptação e inovação nos programas de EDS são fundamentais. Como abordagem pedagógica, a EDS visa capacitar indivíduos com o conhecimento, habilidades, valores e atitudes necessários para promover a sustentabilidade. Ligada à qualidade da educação, ela tem o potencial de empoderar os alunos com os elementos necessários para criar uma sociedade sustentável (Laurie *et al.*, 2016). A EDS busca integrar questões de sustentabilidade em todos os níveis de educação, desde a educação básica até o ensino superior, proporcionando uma compreensão holística das interações entre os sistemas ambientais, sociais e econômicos (Rieckmann, 2012). Desde 1987, a UNESCO já definia a EDS como um processo de aprendizado que aprimora o conhecimento e as habilidades das pessoas sobre o meio ambiente e os desafios associados, desenvolvendo as habilidades e competências necessárias para enfrentar esses desafios e fomentando atitudes, motivações e compromissos para tomar decisões informadas e ações responsáveis (Boca; Saraçlı, 2019; UNESCO, 1987).

A EDS promove a compreensão das interconexões entre os diferentes aspectos da sustentabilidade, permitindo que os alunos compreendam como suas ações impactam o mundo ao seu redor (Ardoin; Bowers; Gaillard, 2020). As competências para a sustentabilidade devem incluir componentes cognitivos, como conhecimento e compreensão dos sistemas ambientais, sociais, econômicos e políticos, além das habilidades sociais e valores (Kioupi; Voulvoulis, 2019). Dessa forma, a EDS contribui para a formação de cidadãos conscientes e engajados na promoção de um futuro sustentável.

### ***Integração dos ODS na EDS utilizando as disciplinas CTEM***

Os programas de EDS são desenvolvidos com o objetivo de capacitar os indivíduos em competências técnicas e habilidades comportamentais essenciais para promover a sustentabilidade. Esses programas não apenas fornecem o conhecimento necessário, mas também enfatizam o desenvolvimento de atitudes ambientais positivas e valores que incentivam ações responsáveis em relação ao meio ambiente (Zsóka *et al.*, 2013). A preparação de profissionais qualificados para enfrentar desafios globais, como as mudanças climáticas e a degradação ambiental, está entre os objetivos desses programas (Chatpinyakoo; Hallinger; Showanasai, 2022). Exemplos de programas eficazes incluem projetos de campo, atividades práticas e currículos integrados, que abordam diretamente os ODS, demonstrando como a educação pode transformar atitudes e comportamentos, facilitando uma transição para práticas mais sustentáveis (Ardoin, Bowers e Gaillard, 2020).

Para promover a integração dos ODS na EDS, diversos modelos pedagógicos têm sido propostos. Esses modelos incluem desde o uso de tecnologias digitais até a aprendizagem baseada em projetos, com o objetivo de capacitar os alunos com as competências e habilidades necessárias para enfrentar os desafios globais. A Tabela 1 (próxima página) apresenta uma síntese dos principais modelos pedagógicos identificados na literatura para a integração dos ODS na EDS.

A combinação dessas competências e habilidades é importante para enfrentar os complexos desafios socioambientais, promovendo uma educação que vai além do conhecimento técnico e inclui aspectos éticos e sociais. Essa integração nos programas educacionais traz benefícios significativos para a formação de cidadãos e profissionais capazes de contribuir para a sustentabilidade. Ao promover a aplicação prática do conhecimento científico alinhada ao desenvolvimento sustentável, essa abordagem integral prepara os estudantes para enfrentar desafios globais de maneira crítica e colaborativa (Martín-Sánchez, González-Gómez e Jeong, 2022). Ao fomentar a interconexão entre as disciplinas CTEM e as competências para a sustentabilidade, cria-se uma base sólida para o desenvolvimento de soluções inovadoras e sustentáveis para o cumprimento dos ODS.

**Tabela 1:** Modelos Pedagógicos de integração dos ODS na EDS

<b>Modelo Pedagógico</b>	<b>Descrição</b>
Integração de Tecnologias Digitais	Utilização de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), promovendo inclusão social e melhorando a qualidade da educação em escolas públicas (Schina <i>et al.</i> , 2020; Silva <i>et al.</i> , 2023).
Abordagem Interdisciplinar	Estímulo a competências de resolução de problemas e pensamento sistêmico por meio de abordagens interdisciplinares, essenciais para a compreensão do desenvolvimento sustentável (Alm <i>et al.</i> , 2022; Alm, Melén e Aggestam-Pontoppidan, 2021).
Framework Sistêmico para EDS	Aplicação de pensamento sistêmico para conectar o desenvolvimento sustentável aos resultados educacionais, promovendo uma visão comum de sustentabilidade entre educadores e alunos (Kioupi e Voulvoulis, 2019).
Sala de Aula Invertida	Metodologia em que a instrução direta ocorre fora do espaço de aprendizagem em grupo, transformando-o em um ambiente dinâmico e interativo voltado à educação para a sustentabilidade (Buil-Fabregá <i>et al.</i> , 2019; Quadrado e Zaitseva, 2019).
Aprendizagem Baseada em Projetos	Envolvimento dos alunos em Projetos de Aprendizagem Integrada ao Trabalho (WIL) e experiências reais que aprimoram a compreensão da sustentabilidade e desenvolvem competências interpessoais (Alm <i>et al.</i> , 2022).
Educação em Robótica	Formação de futuros professores em competências digitais, promovendo uma abordagem transversal da sustentabilidade através de automações (Schina <i>et al.</i> , 2020).
Educação Física	Integração de objetivos específicos em aulas de educação física, relacionando práticas esportivas com metas de sustentabilidade (Baena-Morales, Martinez-Roig e Hernández-Amorós, 2020).
Framework de Integração	Proposta de um framework para guiar instituições acadêmicas na integração dos ODS, incorporando a visão de diferentes stakeholders para uma estratégia global de melhoria contínua (Ferrer-Estévez e Chalmeta, 2021).

**Fonte:** Autoria própria.

A educação CTEM enfatiza a integração dessas disciplinas, promovendo o desenvolvimento de competências técnicas necessárias para resolver problemas complexos (He *et al.*, 2021; Kuo, Tseng e Yang, 2019; Wu e Anderson, 2015). Essa metodologia não apenas reforça o conhecimento teórico, mas também incentiva a aplicação prática, preparando os alunos para enfrentar desafios reais (Kushnir; Bazanova, 2018). Quando combinada com os princípios da EDS, a educação CTEM potencializa a formação de indivíduos capazes de contribuir ativamente para a sustentabilidade (Fathurohman *et al.*, 2023; Hopkinson; James, 2010). A incorporação da EDS no currículo CTEM promove práticas de desenvolvimento sustentável, capacitando os estudantes com habilidades de pensamento crítico e abordagens inovadoras para enfrentar os desafios globais (Helmi; Herliani, 2021; Yalçın, 2024).

A integração de competências técnicas e habilidades comportamentais nos programas de EDS com enfoque em CTEM enriquece a formação de cidadãos preparados para atuar em um mundo cada vez mais interconectado. Essa integração não apenas proporciona aos alunos conhecimentos técnicos

especializados, como aqueles aplicados à resolução de problemas, mas também desenvolve habilidades interpessoais como colaboração e pensamento crítico (Cebrián Bernat; Junyent Pubill, 2014; Rieckmann, 2012).

A EDS representa mais do que uma simples transferência de informações; ao contrário, ela fortalece atitudes, valores e conhecimentos ambientais, bem como habilidades que capacitam indivíduos e comunidades para empreender ações ambientais positivas de forma colaborativa (Ardoin; Bowers; Gaillard, 2020). A EDS desempenha um papel fundamental na transformação de atitudes e valores dos indivíduos, promovendo uma consciência ambiental (Ardoin; Bowers; Gaillard, 2020; Hecht; Monroe; Krasny, 2015; UNESCO, 1978). Ela enfatiza que o conhecimento, atitudes e habilidades estão diretamente relacionadas ao meio ambiente e que, por meio de uma educação sólida, são estabelecidas as bases de um ambiente sustentável (Zsóka *et al.*, 2013). Através da EDS, os alunos são incentivados a desenvolver uma compreensão crítica das questões ambientais e a reconhecer a importância de adotar comportamentos sustentáveis em suas vidas diárias (Abrantes *et al.*, 2022; Glackin; King, 2018). Isso resulta em uma mudança nos valores pessoais, promovendo maior responsabilidade e comprometimento com a preservação do meio ambiente e a sustentabilidade global.

### **Competências Técnicas e Habilidades Comportamentais para a Sustentabilidade**

Além de transformar atitudes e valores, a EDS capacita os indivíduos a adotarem ações positivas em prol da sustentabilidade. Ela desenvolve e aprimora atitudes, valores e conhecimentos ambientais, além de construir habilidades que preparam indivíduos e comunidades para empreender ações ambientais positivas de forma colaborativa (Ardoin; Bowers; Gaillard, 2020). Por meio da EDS, os alunos adquirem as competências necessárias para se tornarem solucionadores de problemas, pensadores críticos e, em última análise, agentes de mudanças (Abrantes *et al.*, 2022). Essas competências incluem a capacidade de analisar e resolver problemas ambientais, bem como de implementar práticas sustentáveis em suas comunidades, contribuindo assim para a promoção de um futuro sustentável.

Apesar dos desafios, a implementação da EDS também oferece várias oportunidades para melhorias e inovação no campo educacional. A adoção de abordagens pedagógicas interdisciplinares e baseadas em projetos pode promover o desenvolvimento holístico das competências para a sustentabilidade (Wiek *et al.*, 2011). Por meio da EDS, os indivíduos desenvolvem conhecimentos, habilidades e valores que promovem a sustentabilidade em suas comunidades e em diversos contextos. As competências técnicas e habilidades comportamentais são fundamentais para a criação de soluções inovadoras e a implementação de práticas sustentáveis. Apesar dos desafios na implementação da EDS, as oportunidades para

melhorias e inovações são vastas, com potencial para transformar sistemas educacionais e preparar futuros líderes para um mundo sustentável.

A integração de competências técnicas e habilidades comportamentais nos programas de EDS com enfoque em CTEM enriquece a formação de cidadãos preparados para atuar em um mundo interconectado. Competências técnicas, como a capacidade de resolver problemas ambientais e implementar práticas sustentáveis, são essenciais para enfrentar os desafios do século XXI (Laurie *et al.*, 2016; Steffen *et al.*, 2015; UNESCO *et al.*, 2018). Os sistemas educacionais globais devem priorizar o desenvolvimento dessas competências para promover uma transição sustentável (Barna; Szalmáné Csete, 2024). A formação de profissionais com essas habilidades técnicas é vital para reduzir o impacto humano sobre o meio ambiente (Chatpinyakoop; Hallinger; Showanasai, 2022).

As habilidades comportamentais, como colaboração, liderança e pensamento crítico, são igualmente importantes para promover a sustentabilidade (Abrantes *et al.*, 2022). Essas *soft skills* permitem uma comunicação eficiente, resolução de conflitos e fluência intercultural, todas fundamentais para enfrentar desafios ambientais complexos (Steffen *et al.*, 2015; UNESCO *et al.*, 2018; Villán-Vallejo *et al.*, 2022; Wiek *et al.*, 2016). A EDS não se resume à transmissão de informações; ao contrário, é um processo que desenvolve atitudes, valores e comportamentos que capacitam indivíduos e comunidades a empreender ações ambientais positivas de forma colaborativa (Ardoin; Bowers; Gaillard, 2020). O pensamento sistêmico, essencial na EDS, permite compreender as interações entre ecossistemas e sistemas socioeconômicos (Kioupi; Voulvoulis, 2019; Rieckmann, 2012). A análise de dados e as tecnologias ambientais facilitam a gestão de recursos naturais, enfrentando desafios ecológicos contemporâneos (Heldal *et al.*, 2024). Os programas de EDS desenvolvem essas competências combinando teoria e prática, preparando os alunos para desafios sustentáveis (Boca; Saraçlı, 2019).

## Metodologia

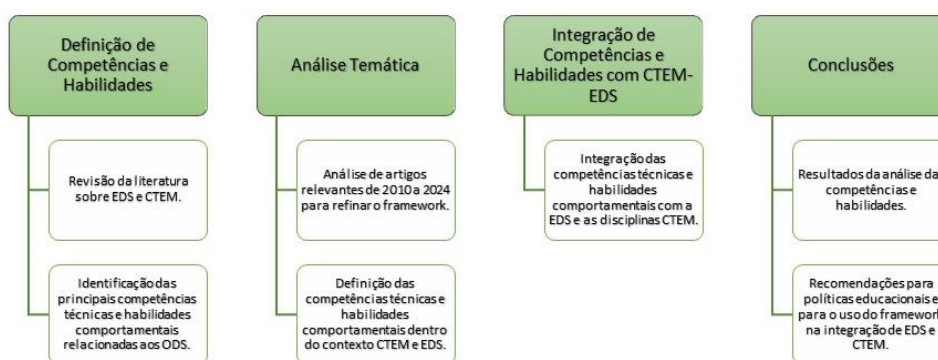
Este estudo realizou uma revisão integrativa da literatura para analisar o desenvolvimento de competências técnicas e habilidades comportamentais promovidas pela EDS, em integração com as disciplinas CTEM e alinhadas aos ODS. A revisão incluiu artigos científicos publicados entre 2010 e 2024, com foco em estudos que integrassem EDS às disciplinas CTEM e identificassem competências necessárias para enfrentar desafios globais relacionados à sustentabilidade.

A partir dessa análise, foi desenvolvido um modelo conceitual que ilustra como essas competências e habilidades interagem na interseção entre EDS, CTEM e os ODS. Esse modelo serviu de base teórica para a categorização da literatura e orientou a análise temática, garantindo coerência entre as competências identificadas e o contexto amplo da sustentabilidade.



Posteriormente, realizou-se uma análise temática dos estudos selecionados, identificando e descrevendo as principais competências técnicas e habilidades comportamentais destacadas na literatura, relacionando-as ao modelo conceitual desenvolvido. Os resultados foram sintetizados por meio de uma análise crítica das fontes, estabelecendo conexões entre as competências e habilidades identificadas e o desenvolvimento de práticas sustentáveis. Ao combinar uma revisão integrativa com um modelo conceitual claro, esta metodologia proporciona uma visão sistemática e abrangente da literatura existente, oferecendo uma base robusta para as conclusões do estudo.

A Figura 1 apresenta as principais fases do estudo, desde a definição das competências e habilidades até sua integração às disciplinas CTEM e às recomendações finais.

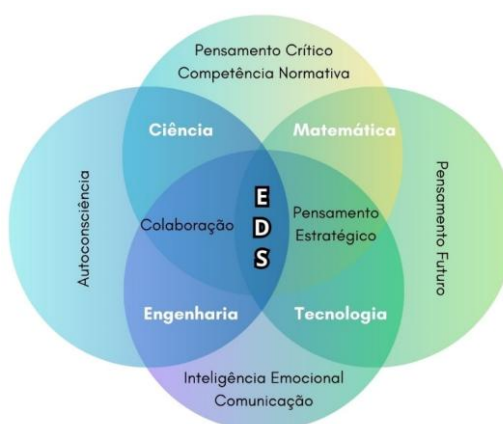


**Figura 1:** Etapas da Metodologia de Integração EDS-CTEM.

**Fonte:** Autoria Própria.

## Resultados

### ***Integração das Disciplinas CTEM com Competências Técnicas e Habilidades Comportamentais***



**Figura 2:** Inter-relação entre CTEM e EDS para o Desenvolvimento de Competências e Habilidades Sustentáveis. **Fonte:** Autoria Própria.

A Figura 2 ilustra a inter-relação entre as disciplinas CTEM e as principais competências técnicas e habilidades comportamentais que devem ser desenvolvidas pela EDS. A figura demonstra como essas áreas se complementam, promovendo uma abordagem integrada para enfrentar os desafios globais e alcançar os ODS de forma eficaz. Essa integração entre competências técnicas e habilidades comportamentais é fundamental para formar indivíduos preparados para atuar em um mundo cada vez mais interconectado e complexo.

As disciplinas CTEM devem trabalhar as competências técnicas para capacitar os estudantes a enxergarem o mundo por meio de uma perspectiva científica. Na Tabela 2, são apresentados exemplos de competências técnicas a serem desenvolvidas em cada disciplina CTEM.

**Tabela 2:** Competências Técnicas

Competência Técnica	Definição	Exemplo
Pensamento Sistêmico	Capacidade de compreender sistemas complexos, seus elementos e interações, incluindo múltiplas perspectivas e uma visão holística da realidade. Esta competência é importante para a colaboração interdisciplinar e a transformação social em direção à sustentabilidade (Heldal <i>et al.</i> , 2024; Kioupi e Voulvoulis, 2019; Lim, Sogaard Jørgensen e Wyborn, 2018; Redman e Wiek, 2021; Rieckmann, 2012; Wiek <i>et al.</i> , 2016; Zhang <i>et al.</i> , 2016).	Um engenheiro ambiental utiliza simulações computacionais ( <i>Tecnologia e Matemática</i> ) para analisar a relação entre a poluição do ar, a saúde pública e os padrões climáticos. A partir disso, ele compreende como mudanças em um aspecto podem impactar outros setores de maneira complexa e integrada.
Resolução de Problemas	Habilidade de lidar com problemas complexos e mal definidos, utilizando todas as outras competências para alcançar soluções e/ou resultados ótimos (Steffen <i>et al.</i> , 2015; UNESCO <i>et al.</i> , 2018; Wiek <i>et al.</i> , 2016).	Pesquisadores utilizam modelos matemáticos ( <i>Matemática</i> ) para detectar áreas de alta poluição causadas pelo aumento do tráfego. Eles propõem soluções tecnológicas, como zonas de emissões reduzidas e o incentivo ao uso de transporte público, utilizando ferramentas de engenharia ( <i>Engenharia e Tecnologia</i> ) para implementar essas soluções.
Conhecimento do Estado do Planeta	Entendimento dos fenômenos e conceitos naturais, para desenvolver uma competência de sustentabilidade baseada em uma compreensão científica sólida (Glasser, 2016).	Um educador ambiental usa dados de satélite ( <i>Ciência e Tecnologia</i> ) para monitorar a perda de biodiversidade e as mudanças climáticas. Ele utiliza esses dados em suas aulas para ensinar aos alunos como essas alterações afetam os ecossistemas locais, promovendo um entendimento mais científico sobre o estado do planeta.

*Continua...*

...continuação.

Competência Técnica	Definição	Exemplo
Capacidade de Utilização de Mídia	Capacidade de usar ferramentas de mídia para transferir mensagens rapidamente e colaborar globalmente, considerando a importância da comunicação em um mundo globalizado e interconectado (Kioupi e Voulvoulis, 2019; Rieckmann, 2012).	Um ativista ambiental utiliza ferramentas de design gráfico e edição de vídeo ( <i>Tecnologia</i> ) para criar uma campanha nas redes sociais sobre a poluição dos oceanos. Ele utiliza plataformas digitais para compartilhar gráficos e vídeos, atingindo uma audiência global e colaborando com cientistas ( <i>Ciência</i> ) para validar as informações transmitidas.
Habilidades Tecnológicas	Competências relacionadas ao uso e compreensão de tecnologias para apoiar a gestão e comunicação ambiental (Heldal <i>et al.</i> , 2024).	Um gestor de recursos naturais usa um software especializado ( <i>Tecnologia</i> ) para analisar o consumo de água e a geração de resíduos em uma empresa. Ele aplica conceitos de engenharia ( <i>Engenharia</i> ) para otimizar os processos e reduzir o impacto ambiental, demonstrando como a tecnologia pode apoiar decisões sustentáveis.

Fonte: Autoria Própria.

Enquanto as competências técnicas, como gestão de dados e arquitetura, são aplicáveis em áreas como energia limpa (ODS 7) e inovação industrial (ODS 9), habilidades comportamentais, como pensamento crítico e resolução de problemas, são essenciais para promover uma educação de qualidade (ODS 4) e fortalecer a paz, justiça e instituições eficazes (ODS 16). A implementação dessas competências permite que indivíduos apliquem conhecimentos de forma colaborativa, criando um impacto duradouro. A capacidade de criar soluções sustentáveis é fundamental para o ODS 9, enquanto habilidades comportamentais como trabalho em equipe e empatia, são vitais para o ODS 17 (Parcerias e Meios de Implementação), promovendo a cooperação global para atingir os ODS.

As disciplinas CTM apresentam intersecções com habilidades comportamentais que complementam as competências técnicas, fortalecendo as capacidades interpessoais e intrapessoais necessárias para enfrentar os desafios ambientais e sociais. Essas habilidades incluem comunicação eficiente, trabalho em equipe e pensamento crítico, essenciais para a ação colaborativa e a tomada de decisões informadas (Boca; Saraçlı, 2019). A competência normativa, que lida com normas, valores e crenças, é essencial para a construção de uma sociedade sustentável (Kioupi; Voulvoulis, 2019). Além disso, habilidades como inteligência emocional e a empatia são fundamentais para promover uma compreensão profunda das interações

Revbea, São Paulo, V. 20, Nº 6: 54-74, 2025.

humanas e ecológicas, incentivando atitudes responsáveis e comprometidas com a sustentabilidade (Lambrechts *et al.*, 2013). Essas habilidades comportamentais facilitam a implementação de práticas sustentáveis e promovem uma cultura de sustentabilidade dentro e fora das instituições educacionais.

A Tabela 3 apresenta algumas dessas habilidades comportamentais, suas definições e exemplos, especialmente no contexto das disciplinas CTEM. Estas habilidades são essenciais para uma abordagem integrada e adaptativa, ajudando os alunos a se envolverem na solução de problemas e na promoção dos ODS.

**Tabela 3:** Habilidades Comportamentais

Habilidades Comportamentais	Definição	Exemplo
Pensamento Crítico	Habilidade de questionar normas pessoais e coletivas, aplicar critérios rigorosos para tomar decisões e refletir criticamente sobre modelos individuais e culturais (Glasser, 2016; Steffen <i>et al.</i> , 2015; Wiek <i>et al.</i> , 2016).	Um estudante avalia os métodos de agricultura sustentável, utilizando modelos matemáticos ( <i>Matemática</i> ) para analisar dados de produtividade. Ele revisa estudos científicos ( <i>Ciência</i> ) e aplica ferramentas tecnológicas ( <i>Tecnologia</i> ) para determinar o método mais eficiente, implementando conceitos de engenharia ( <i>Engenharia</i> ).
Autoconsciência	Compreensão das próprias motivações, sentimentos, crenças e empatia em relação aos outros, facilitando uma conexão emocional profunda com a realidade e com os outros (Kioupi e Voulvoulis, 2019).	Ao considerar o impacto de suas ações, uma pessoa utiliza ferramentas tecnológicas ( <i>Tecnologia</i> ) para calcular sua pegada de carbono ( <i>Ciência</i> ), aplicando modelos matemáticos ( <i>Matemática</i> ) e soluções de engenharia ( <i>Engenharia</i> ) para minimizá-la.
Pensamento Futuro	Capacidade de antecipar as implicações futuras das ações atuais e considerar o bem-estar das gerações futuras ao planejar e tomar decisões (Kirkman e Voulvoulis, 2017; Lambrechts <i>et al.</i> , 2013; Wiek <i>et al.</i> , 2016).	Um urbanista planeja um bairro sustentável, utilizando modelos matemáticos ( <i>Matemática</i> ) para prever o crescimento populacional. Ele emprega tecnologias ( <i>Tecnologia</i> ) e princípios de engenharia ( <i>Engenharia</i> ) para garantir a eficiência das infraestruturas sustentáveis.
Inteligência Emocional	Habilidades como empatia, compreensão multicultural e responsabilidade, essenciais para lidar com diferentes perspectivas e promover a solidariedade (Lambrechts <i>et al.</i> , 2013).	Em um projeto de recuperação de áreas degradadas, um estudante utiliza ferramentas tecnológicas ( <i>Tecnologia</i> ) para facilitar a comunicação e otimizar os recursos, aplicando conceitos científicos ( <i>Ciência</i> ) e de engenharia ( <i>Engenharia</i> ).

*Continua...*

...continuação.

Habilidades Comportamentais	Definição	Exemplo
Pensamento Estratégico	Habilidade de definir metas, planejar, implementar e avaliar projetos de maneira eficaz para promover mudanças sociais transformadoras (Glasser, 2016; Kioupi e Voulvoulis, 2019; Lambrechts <i>et al.</i> , 2013; Steffen <i>et al.</i> , 2015).	Um organizador de eventos cria um plano para reduzir o desperdício de alimentos, utilizando modelos matemáticos ( <i>Matemática</i> ) para prever o consumo. Ele estabelece metas claras baseadas em princípios científicos ( <i>Ciência</i> ), utiliza tecnologias de monitoramento ( <i>Tecnologia</i> ) para controlar o desperdício em tempo real, e aplica conceitos de engenharia ( <i>Engenharia</i> ) para implementar sistemas eficientes de coleta e redistribuição de alimentos.
Colaboração	Capacidade de trabalhar eficazmente com outras pessoas, comunicando-se de forma eficiente e participando de esforços conjuntos para alcançar objetivos comuns (Glasser, 2016; Heldal <i>et al.</i> , 2024; Lambrechts <i>et al.</i> , 2013; Steffen <i>et al.</i> , 2015; Wiek <i>et al.</i> , 2016).	Um grupo de voluntários utiliza ferramentas tecnológicas ( <i>Tecnologia</i> ) para coordenar um projeto de limpeza, aplicando modelos matemáticos ( <i>Matemática</i> ) e princípios de engenharia ( <i>Engenharia</i> ) para desenvolver soluções sustentáveis de gestão de resíduos.
Competência Normativa	Capacidade de lidar com normas, valores e crenças individuais e sociais, considerando as implicações para as gerações presentes e futuras e para os atores humanos e não-humanos (Rieckmann, 2012; Steffen <i>et al.</i> , 2015; Wiek <i>et al.</i> , 2016).	Um consumidor adota práticas de compra éticas, utilizando modelos matemáticos ( <i>Matemática</i> ) para avaliar o impacto ambiental, aplicativos tecnológicos ( <i>Tecnologia</i> ) para rastrear a origem dos produtos, e princípios de engenharia sustentável ( <i>Engenharia</i> ).
Comunicação	Habilidade de transmitir informações de forma clara e eficaz, que é fundamental para a interação em equipe e para a implementação de soluções sustentáveis (Heldal <i>et al.</i> , 2024).	Um coordenador de projeto utiliza gráficos baseados em análises matemáticas ( <i>Matemática</i> ) e ferramentas tecnológicas ( <i>Tecnologia</i> ) para apresentar um estudo de impacto ambiental, sugerindo melhorias práticas baseadas em conceitos de engenharia ( <i>Engenharia</i> ).

Fonte: Autoria Própria.

A incorporação de competências técnicas e habilidades comportamentais nos programas de EDS é importante para desenvolver uma abordagem educativa integral. Essa integração permite que os alunos adquiram não só conhecimentos específicos sobre sustentabilidade, mas também habilidades interpessoais necessárias para aplicar esses conhecimentos de forma prática e colaborativa. A UNESCO (2018) enfatiza que

Revbea, São Paulo, V. 20, Nº 6: 54-74, 2025.

a educação para a sustentabilidade deve capacitar os alunos com competências técnicas e habilidades comportamentais, promovendo uma sociedade sustentável. Portanto, a inclusão de componentes técnicos e comportamentais dentro dos programas de EDS é fundamental para formar indivíduos preparados para enfrentar os desafios ambientais e sociais de maneira integrada.

A integração de competências e habilidades na EDS prepara melhor os alunos para os desafios contemporâneos. Ardoin, Bowers e Gaillard (2020) destacam que a EDS desenvolve atitudes, valores e conhecimentos que capacitam os estudantes a agir positivamente. Boca e Saraçlı (2019) ressaltam que essa abordagem forma solucionadores de problemas e agentes de mudança, enquanto Laurie et al. (2016) observam que a EDS empodera os alunos para promover transformações em direção a uma sociedade mais justa e resiliente. Esse modelo educacional é essencial tanto local quanto globalmente, capacitando indivíduos a aplicar seus conhecimentos em diferentes contextos, contribuindo para um futuro sustentável.

## **Conclusões**

Este estudo investigou como os programas de EDS que integram competências técnicas e habilidades comportamentais no contexto das disciplinas CTEM podem contribuir para a realização dos ODS. A análise mostrou que a EDS desempenha um papel importante na preparação de indivíduos para enfrentar desafios globais, ao capacitá-los com os conhecimentos, habilidades e valores voltados para a promoção da sustentabilidade. O framework proposto demonstra como a EDS pode enriquecer currículos e práticas pedagógicas, abordando de forma eficiente os desafios dos ODS. Além disso, destaca-se a importância de uma abordagem educacional que vá além da simples transferência de conhecimento, promovendo uma formação integral que inclui atitudes e comportamentos sustentáveis.

A diversidade de contextos educacionais e a variabilidade na implementação dos programas de EDS e CTEM representam desafios que podem influenciar a eficácia das estratégias. Além disso, a falta de dados empíricos robustos sobre os impactos de longo prazo pode limitar a generalização dos resultados. Futuros estudos devem explorar a integração de EDS e CTEM em diferentes níveis de ensino, adaptando competências e habilidades para diversas faixas etárias e contextos. Também é importante investigar metodologias inovadoras, como o uso de tecnologias digitais, podem aprimorar o aprendizado.

Uma linha de pesquisa futura deve considerar a integração de EDS com os ODS e analisar como as práticas educacionais podem ser ajustadas para contribuir diretamente para essas metas globais. É igualmente importante avaliar os impactos de longo prazo na formação de cidadãos comprometidos com a sustentabilidade e examinar sua eficácia em diferentes contextos

culturais. Por fim, recomenda-se uma maior colaboração entre educadores, formuladores de políticas e pesquisadores para desenvolver estratégias educacionais mais robustas.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – IFSULDEMINAS e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – PPGCA da Universidade Federal de Alfenas/UNIFAL pelo apoio à pesquisa.

## Referências

ABRANTES, P.; SILVA, A. P.; BACKSTROM, B.; NEVES, C.; FALÉ, I.; JACQUINET, M.; RAMOS, M. DO R.; MAGANO, O.; HENRIQUES, S. Transversal Competences and Employability: The Impacts of Distance Learning University According to Graduates' Follow-Up. **Education Sciences**, v. 12, n. 2, p. 65, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci12020065>.

ALM, K.; BEERY, T.; EIBLMEIER, D.; FAHMY, T. Students' learning sustainability – implicit, explicit or non-existent: a case study approach on students' key competencies addressing the SDGs in HEI program. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1108/ijshe-12-2020-0484>.

ALM, K.; MELÉN, M.; AGGESTAM-PONTOPIIDAN, C. Advancing SDG competencies in higher education: exploring an interdisciplinary pedagogical approach. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1108/ijshe-10-2020-0417>.

ARDOIN, N. M.; BOWERS, A. W.; GAILLARD, E. Environmental education outcomes for conservation: A systematic review. **Biological Conservation**, v. 241, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108224>.

BAENA-MORALES, S.; MARTINEZ-ROIG, R.; HERNÁNDEZ-AMORÓS, M. J. Sustainability and educational technology— A description of the teaching self-concept. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 24, p. 1–20, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/su122410309>.

BARNA, O.; SZALMÁNÉ CSETE, M. Competence Framework-Based Assessment to Foster Sustainability Management. **Periodica Polytechnica Social and Management Sciences**, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3311/PPso.22416>.

BOCA, G. D.; SARAÇLI, S. Environmental education and student's perception, for sustainability. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 6, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11061553>.

BUIL-FABREGÁ, M.; CASANOVAS, M. M.; RUIZ-MUNZÓN, N.; FILHO, W. Flipped Classroom as an Active Learning Methodology in Sustainable Development Curricula. **Sustainability**, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/SU11174577>.

CARDOSO, G. C.; NOVAES, A. L.; SABONARO, D. Z. Proposal for simulations and active learning methodologies in environmental education. **The Transformative Power of Higher Education Institutions in Accelerating the Implementation of the UN SDGs**. World Sustainability Series, Springer, 2025.

CEBRIÁN, G. B.; JUNYENT, M.P. Competencias profesionales en Educación para la Sostenibilidad: un estudio exploratorio de la visión de futuros maestros. **Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas**, p. 29–49, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.877>.

CEBRIÁN, G.; JUNYENT, M.; MULÀ, I. **Current practices and future pathways towards competencies in education for sustainable development Sustainability**, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13168733>.

CHATPINYAKOOP, C.; HALLINGER, P.; SHOWANASAI, P. Developing Capacities to Lead Change for Sustainability: A Quasi-Experimental Study of Simulation-Based Learning. **Sustainability (Switzerland)**, v. 14, n. 17, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/su141710563>.

FATHUROHMAN, I.; AMRI, M. F.; SEPTIYANTO, A.; RIANDI. Integrating STEM based Education for Sustainable Development (ESD) to Promote Quality Education: A Systematic Literature Review. **Jurnal Penelitian Pendidikan IPA**, v.9, n. 11, p. 1052–1059, 2023. DOI: <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i11.4430>.

FERRER-ESTÉVEZ, M.; CHALMETA, R. Integrating Sustainable Development Goals in educational institutions. **The International Journal of Management Education**, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.IJME.2021.100494>.

GLACKIN, M.; KING, H. Understanding Environmental Education in Secondary Schools in England. Report 1: Perspectives from Policy. **King's College London**, 2018. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14408.16642>.

GLASSER, H. Toward the Development of Robust Learning for Sustainability Core Competencies. **Sustainability: The Journal of Record**, v. 9, n. 3, p. 121–134, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1089/SUS.2016.29054.hg>.

HALVORSEN, TOR; EVANS, H.-C.; PENDERIS, SHARON. Introduction. *Em: HALVORSEN, T.; IBSEN, H.; EVANS, H. C.; PENDERIS, S. (Eds.). Knowledge for justice: critical perspectives from Southern African-Nordic research partnerships*. Cape Town, South Africa: African Minds, SANORD, 2017. p. 1–9. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1086409>

HE, X.; LI, T.; TUREL, O.; KUANG, Y.; ZHAO, H.; HE, Q. The Impact of STEM Education on Mathematical Development in Children Aged 5-6 Years. **International Journal of Educational Research**, v. 109, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2021.101795>



HECHT, K.; MONROE, M. C.; KRASNY, M. E. Across the Spectrum RESOURCES FOR ENVIRONMENTAL EDUCATORS. **North American Association for Environmental Education**, 2015.

HELDAL, R. *et al.* Sustainability competencies and skills in software engineering: An industry perspective. **Journal of Systems and Software**, v. 211, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2024.111978>.

HELMI, M. H.; HERLIANI, E. Developing Sustainability Literacy Through STEM Learning: A Review. **SEAQIS Journal of Science Education**, v. 1, n. 1, p. 36–43, 2021. DOI: <https://doi.org/10.58249/sjse.v1i1.23>.

HOPKINSON, P.; JAMES, P. Practical pedagogy for embedding ESD in science, technology, engineering and mathematics curricula. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 11, n. 4, p. 365–379, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1108/14676371011077586>

HUANG, P. T. B.; YANG, C. C.; INDERAWATI, M. M. W.; SUKWADI, R. Using Modified Delphi Study to Develop Instrument for ESG Implementation: A Case Study at an Indonesian Higher Education Institution. **Sustainability (Switzerland)**, v. 14, n. 19, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/su141912623>.

HUME, T.; BARRY, J. Environmental Education and Education for Sustainable Development. *Em: International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences*. [s.l.] Elsevier, 2015. p. 733–739. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.91081-X>.

HUNG, C.-M.; HUANG, I.; HWANG, G.-J. Effects of digital game-based learning on students' self-efficacy, motivation, anxiety, and achievements in learning mathematics. **Journal of Computers in Education**, v. 1, n. 2–3, p. 151–166, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40692-014-0008-8>.

IIASA. TWI2050 - The World in 2050. Transformations to Achieve the Sustainable Development Goals. *Em: The World in 2050 initiative*. Laxenburg: International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), 2018.

KIOUPI, V.; VOULVOULIS, N. Education for sustainable development: A systemic framework for connecting the SDGs to educational outcomes. **Sustainability**, v. 11, n. 21, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/su11216104>.

KIRKMAN, R.; VOULVOULIS, N. The role of public communication in decision making for waste management infrastructure. **Journal of Environmental Management**, v. 203, p. 640–647, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.06.002>.

KUO, H.-C.; TSENG, Y.-C.; YANG, Y.-T. C. Promoting college student's learning motivation and creativity through a STEM interdisciplinary PBL human-computer interaction system design and development course. **Thinking Skills and Creativity**, v.31, p. 1–10, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.09.001>.

Revbea, São Paulo, V. 20, Nº 6: 54-74, 2025.

KUSHNIR, N.; BAZANOVA, T. Experience of Foundation STEM-School. **ICTERI Workshops**, p. 431–446, 2018.

LAMBRECHTS, W.; MULÀ, I.; CEULEMANS, K.; MOLDEREZ, I.; GAEREMYNCK, V. The integration of competences for sustainable development in higher education: an analysis of bachelor programs in management. **Journal of Cleaner Production**, v. 48, p. 65–73, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.12.034>.

LAURIE, R.; NONOYAMA-TARUMI, Y.; MCKEOWN, R.; HOPKINS, C. Contributions of Education for Sustainable Development (ESD) to Quality Education: A Synthesis of Research. **Journal of Education for Sustainable Development**, v. 10, n. 2, p. 226–242, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1177/0973408216661442>.

LAYRARGUES, P. P. Educação Ambiental nas sociedades capitalistas. **Revista Nova América**, n. 157, p. 24–30, 2018.

LEAL FILHO, W.; AZEITEIRO, U.; ALVES, F.; PACE, P.; MIFSUD, M.; BRANDLI, L.; CAEIRO, S. S.; DISTERHEFT, A. Reinvigorating the sustainable development research agenda: the role of the sustainable development goals (SDG). **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**, v. 25, n. 2, p. 131–142, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1080/13504509.2017.1342103>.

LIM, M. M. L.; SØGAARD JØRGENSEN, P.; WYBORN, C. A. Reframing the sustainable development goals to achieve sustainable development in the Anthropocene& - a systems approach. **Ecology and Society**, v. 23, n. 3, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5751/ES-10182-230322>.

MARTÍN-SÁNCHEZ, A.; GONZÁLEZ-GÓMEZ, D.; JEONG, J. S. Service Learning as an Education for Sustainable Development (ESD) Teaching Strategy: Design, Implementation, and Evaluation in a STEM University Course. **Sustainability (Switzerland)**, v. 14, n. 12, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/su14126965>.

MESCHEDE, C. The sustainable development goals in scientific literature: A bibliometric overview at the meta-level. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 11, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/su12114461>.

MISHRA, M.; DESUL, S.; SANTOS, C. A. G.; MISHRA, S. K.; KAMAL, A. H. M.; GOSWAMI, S.; KALUMBA, A. M.; BISWAL, R.; SILVA, R. M. DA; SANTOS, C. A. C. DOS; BARAL, K. A bibliometric analysis of sustainable development goals (SDGs): a review of progress, challenges, and opportunities. **Environment, Development and Sustainability**, v. 26, n. 5, p. 11101–11143, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03225-w>.

NOVAES, A. L.; CARDOSO, G. C.; SABONARO, D. Z. Proposta de Utilização de Serious Game de Sustentabilidade na Educação Ambiental: uma Revisão Bibliográfica. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 8, n. 7, p. 312–328, 2023. DOI: <https://doi.org/10.34024/revbea.2023.v18.15179>.

NOVAES, A. L.; CARDOSO, G. C.; SABONARO, D. Z. Serious game applied as experiential learning for the development behavior of waste reduction and promote education for sustainable development. *Em: The transformative power of higher education institutions in accelerating the implementation of the un SDGs*. World Sustainability Series, Springer, 2025.

NOVAES, André Lucas. Development of Soft Skills in Entrepreneurship Education: an Approach Based on Experiential Learning Theory. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo (SP), v. 18, n. 10, p. e08999, 2024. DOI: 10.24857/rgsa.v18n10-207.

NOVAES, A. L. Enhancing sustainability education in higher education through simulation-based learning: integrating sustainable development goals. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1108/IJSHE-08-2024-0571>.

Quadrado, J.C.; Zaitseva, K.K. New Pedagogical Approaches to Induce Sustainable Development Goals. **Higher Education in Russia**, 2019. DOI: <https://doi.org/10.31992/0869-3617-2019-28-3-50-56>.

PANDEY, P. Contemporary Advancements in Education for Sustainable Development: A Qualitative Outlook. **International Multidisciplinary Research Journal**, v. 6, n. 1, 2024. DOI: <https://doi.org/10.54476/ioer-imrj/248229>.

REDMAN, A.; WIEK, A. Competencies for Advancing Transformations Towards Sustainability. *Em: Frontiers in Education*. [s.l.] Frontiers Media S.A., 2021. v. 6. DOI: <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.785163>.

RIECKMANN, M. Future-oriented higher education: Which key competencies should be fostered through university teaching and learning? **Futures**, v. 44, n. 2, p. 127–135, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.futures.2011.09.005>.

ROCHA, A. R. DA; VIEIRA, M. E. C.; SAKAE, G. H.; SILVEIRA, C.; PANTANO, G. “Brincando e Aprendendo sobre o meio ambiente”: um livro de passatempos que promove a Educação para o Desenvolvimento Sustentável. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 18, n. 6, p. 197–216, 2023. DOI: <https://doi.org/10.34024/revbea.2023.v18.14798>.

SALVIA, A. L.; LEAL FILHO, W.; BRANDLI, L. L.; GRIEBELER, J. S. Assessing research trends related to Sustainable Development Goals: local and global issues. **Journal of Cleaner Production**, v. 208, p. 841–849, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.242>.

SCHINA, D.; ESTEVE-GONZÁLEZ, V.; USART, M.; LÁZARO-CANTABRANA, J.-L.; GISBERT, M. The Integration of Sustainable Development Goals in Educational Robotics: A Teacher Education Experience. **Sustainability**, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/SU122310085>.

SILVA, J. B. DA; FRASSETO, L. DA S.; MACHADO, L. R.; BILESSIMO, S.; SILVA, I. A Pedagogical Model for Integrating Digital Technologies in Education: Workshops on Sustainable Development Goals (SDGS). **J. Inf. Technol. Educ. Res.**, v. 22, p. 461–479, 2023. DOI: <https://doi.org/10.28945/5219>.

STEFFEN, W. *et al.* Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. **Science**, v. 347, n. 6223, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.1259855>.

TAMAIIO, I.; GOMES, G.; WILLMS, E. E. Processos Formativos em Educação Ambiental com Foco na Crise Climática: algumas vivências. **Ciência Geográfica**, n. 4, p. 1932–1948, 2020.

UNESCO. International Strategy for Action in the Field of Environmental Education and Training for the 1990s. *Em*: Nairobi, Kenya: ERIC Clearinghouse, 1987.

UNESCO; LEICHT A; HEISS, J.; BYUN, W. J. Issues and Trends in Education for Sustainable Development. 2018.

UNESCO, T.D. Intergovernmental conference on environmental education. 1978.

UNITED NATIONS. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. 2015.

VILLÁN-VALLEJO, A.; ZITOUNI, A.; GARCÍA-LLAMAS, P.; FERNÁNDEZ-RAGA, M.; SUÁREZ-CORONA, A.; BAELO, R. Soft Skills and STEM Education: Vision of the European University EURECA-PRO. **BHM Berg- und Hüttenmännische Monatshefte**, v. 167, n. 10, p. 485–488, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00501-022-01275-7>.

WIEK, A.; BERNSTEIN, M.; FOLEY, R.; COHEN, M.; FORREST, N.; KUZDAS, C.; KAY, B.; KEELER, L. **Operationalising competencies in higher education for sustainable development**. [s.l.] Routledge, 2016.

WIEK, A.; WITHYCOMBE, L.; REDMAN, C.; MILLS, S. B. Moving Forward on Competence in Sustainability Research and Problem Solving. **Environment: Science and Policy for Sustainable Development**, v. 53, n. 2, p. 3–13, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1080/00139157.2011.554496>.

WU, Y.-T.; ANDERSON, O. R. Technology-enhanced stem (science, technology, engineering, and mathematics) education. **Journal of Computers in Education**, v. 2, n. 3, p. 245–249, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40692-015-0041-2>.

YALÇIN, V. Design-Oriented Thinking in STEM education. **Science & Education**, v. 33, n. 4, p. 901–922, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00410-7>.

ZHANG, Q.; PROUTY, C.; ZIMMERMAN, J. B.; MIHELICIC, J. R. More than Target 6.3: A Systems Approach to Rethinking Sustainable Development Goals in a Resource-Scarce World. **Engineering**, v. 2, n. 4, p. 481–489, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.ENG.2016.04.010>.

ZSÓKA, Á.; SZERÉNYI, Z. M.; SZÉCHY, A.; KOCSIS, T. Greening due to environmental education? Environmental knowledge, attitudes, consumer behavior and everyday pro-environmental activities of Hungarian high school and university students. **Journal of Cleaner Production**, v. 48, p. 126–138, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.11.030>.