



Engineering Education
for a Sustainable Future

O seu guia para

Educação em Engenharia para um Futuro Sustentável



Co-funded by
the European Union

conteúdo

01	Introdução	8
02	Estrutura	9
03	Conteúdo	19
04	Pedagogias	19

05	Módulo 1	0
-----------	-----------------------	---

*Engenharia Holística de Impacto:
Integrar Pensamento Sistêmico,
Responsabilidade Social e
Abordagem Multidisciplinar*

06	Módulo 2	0
-----------	-----------------------	---

*Competências Transversais para a
Liderança em Engenharia
Sustentável*

07	Módulo 3	0
-----------	-----------------------	---

Avaliação do Ciclo de Vida

08	Módulo 4	0
-----------	-----------------------	---

Inovar para os Desafios Globais



Este projeto foi financiado com o apoio da Comissão Europeia. O autor é o único responsável por esta publicação (comunicação) e a Comissão não se responsabiliza por qualquer utilização que possa ser feita da informação nela contida. Em conformidade com o novo RGPD, informamos que a Parceria apenas tratará os seus dados pessoais no interesse e finalidade exclusivos do projeto e sem qualquer prejuízo dos seus direitos.

Introdução

Sobre este guia

Este guia foi desenvolvido para apoiar a integração do curso educativo aberto *Educação em Engenharia para um Futuro Sustentável (EESF)*. Apresenta aos educadores a estrutura do EESF e fornece orientações passo a passo para o ensino de cada uma das competências sustentáveis que descreve. O objetivo é ajudar os educadores a promover uma mentalidade orientada para a sustentabilidade nos seus alunos.

Este guia oferece uma variedade de recursos e atividades flexíveis que os professores podem adaptar ao contexto da sala de aula.

O objetivo desta proposta

O Projeto EESF visa equipar os professores e os alunos com as ferramentas para desenvolver uma mentalidade de sustentabilidade. Esta mentalidade enfatiza o pensar na concepção de soluções e projetos de engenharia para poder identificar e abordar os desafios relacionados com a pobreza, a fome, a saúde, a educação, a água e o saneamento, a desigualdade e as comunidades sustentáveis, promovendo uma abordagem holística para melhorar o bem-estar.

Este curso oferece diversas atividades com ferramentas, exemplos e casos práticos que serão úteis para canalizar os ODS para objetivos específicos nos seus projetos.

Para este efeito, a equipa da EESF criou este curso de Recursos Educativos Online (REO), concebido como uma ferramenta de formação flexível que os professores podem utilizar na sala de aula ou com os alunos de forma independente e em ambientes de aprendizagem online. Este guia pretende ajudar a formar futuros engenheiros, especialmente aqueles com foco na sustentabilidade, para que se tornem mais proativos na aplicação de princípios sustentáveis nos seus projetos e na abordagem dos desafios complexos que a humanidade e o nosso planeta enfrentam como um todo.

Objetivo principal

Este curso é motivado pelo desejo e pela necessidade de incorporar uma mentalidade sustentável na aprendizagem da engenharia.

O objetivo final é garantir que esta abordagem é aplicada na prática profissional, e formar engenheiros conscientes da necessidade de garantir um futuro sustentável.

Para apoiar este objetivo, a equipa do EESF desenvolveu uma lista de 12 competências sustentáveis que combinam o conhecimento técnico com a criatividade e a inovação para resolver problemas complexos e em evolução. Isto requer uma mentalidade sustentável que ajude a tornar os ODS alcançáveis.

Por isso, o nosso modelo de aprendizagem assenta na aquisição de uma mentalidade orientada para a sustentabilidade. Para tal, a equipa da EESF desenvolveu uma lista de competências sustentáveis que facilitem a aquisição desta nova abordagem.

Estas competências estão organizadas em quatro módulos temáticos, oferecendo aos educadores flexibilidade na forma como os implementam na sala de aula. O curso foi elaborado para ser concluído através de uma série de atividades estruturadas dentro de cada módulo. As competências são adquiridas através dos recursos que abordam os temas e as atividades propostas, em que o aluno põe em prática os conhecimentos e as competências necessárias para alcançá-lo.

Os recursos propostos são simples e fáceis de integrar nos currículos existentes, exigindo um tempo adicional mínimo. As atividades estão estruturadas em três níveis — Básico (Nível 1), Avançado (Nível 2) e Integrativo (Nível 3) — sendo que cada nível aumenta em dedicação de tempo e complexidade. Isto torna-o uma ferramenta de aprendizagem fácil de implementar devido à sua flexibilidade de extensão. Se o professor ou aluno tiver mais tempo, pode também ir à atividade de integração, que permite ao professor incluir conteúdos e atividades na disciplina que leciona.

Cada atividade inclui referências que permitem aos professores e alunos explorar os temas com mais profundidade, dependendo do seu tempo, interesse e curiosidade. Os educadores podem avaliar a realização das atividades pelos alunos, mas o guia inclui um breve questionário a aplicar no final da atividade do Nível Básico 1 para cada competência.

Estrutura

Gráficos de tempo

De seguida encontram-se tabelas que explicam o tempo alocado para a conclusão dos módulos do curso. O **Curso REO EESF** oferece uma estrutura flexível que lhe permite mover-se através das **12 competências** ou optar por completar os módulos conforme necessário.

REO de Engenheiros Para um Futuro Sustentável	Módulo	Minutos	Minutos	Horas
	Módulo 1	325 - 540	1300 - 2160	21, 40' - 36
	Módulo 2	325 - 540		
	Módulo 3	325 - 540		
	Módulo 4	325 - 540		

Tem **dois níveis de complexidade, Básico e Avançado, e um terceiro nível de Integração**, caso o professor tenha tempo para integrar estas atividades como conteúdo para a sua disciplina.

Módulo	Competência 1	Atividades	Minutos
		Nível 1 Básico	15 - 30
		Nível 2 Avançado	30 - 60
	Atividade de Integração	60 - 90	
	Competência 2	Nível 1 Básico	15 - 30
		Nível 2 Avançado	30 - 60
		Atividade de Integração	60 - 90
	Competência 3	Nível 1 Básico	15 - 30
		Nível 2 Avançado	30 - 60
		Atividade de Integração	60 - 90

Devido à sua estrutura piramidal, pode optar por percorrer o seu conteúdo em níveis, optando por completar primeiro o nível 1 de todos os módulos, adaptando-o ao nível dos seus alunos.

REO de Engenheiros Para um Futuro Sustentável	Nível 1 Básico	180' - 360'	3h - 6h
	Nível 2 Avançado	360' - 720'	6h - 12h
	Atividade de Integração	720' - 1080'	12h - 18h

Estrutura

Objetivos do curso

O objetivo deste curso de REO EESF, estruturado em quatro módulos temáticos, é capacitar os alunos para aplicar os conhecimentos e as competências adquiridas durante a sua formação, adotando uma mentalidade sustentável e uma visão sistêmica para propor, resolver e desenvolver projetos de engenharia.

REO de Engenheiros para um Futuro Sustentável

Módulo 1

Competências Transversais para a Liderança em Engenharia Sustentável

Módulo 2

Engenharia Holística para o Impacto: Integrando Pensamento Sistêmico, Responsabilidade Social e Abordagem Multidisciplinar

Módulo 3

Avaliação do Ciclo de Vida

Módulo 4

Inovar para os Desafios Globais

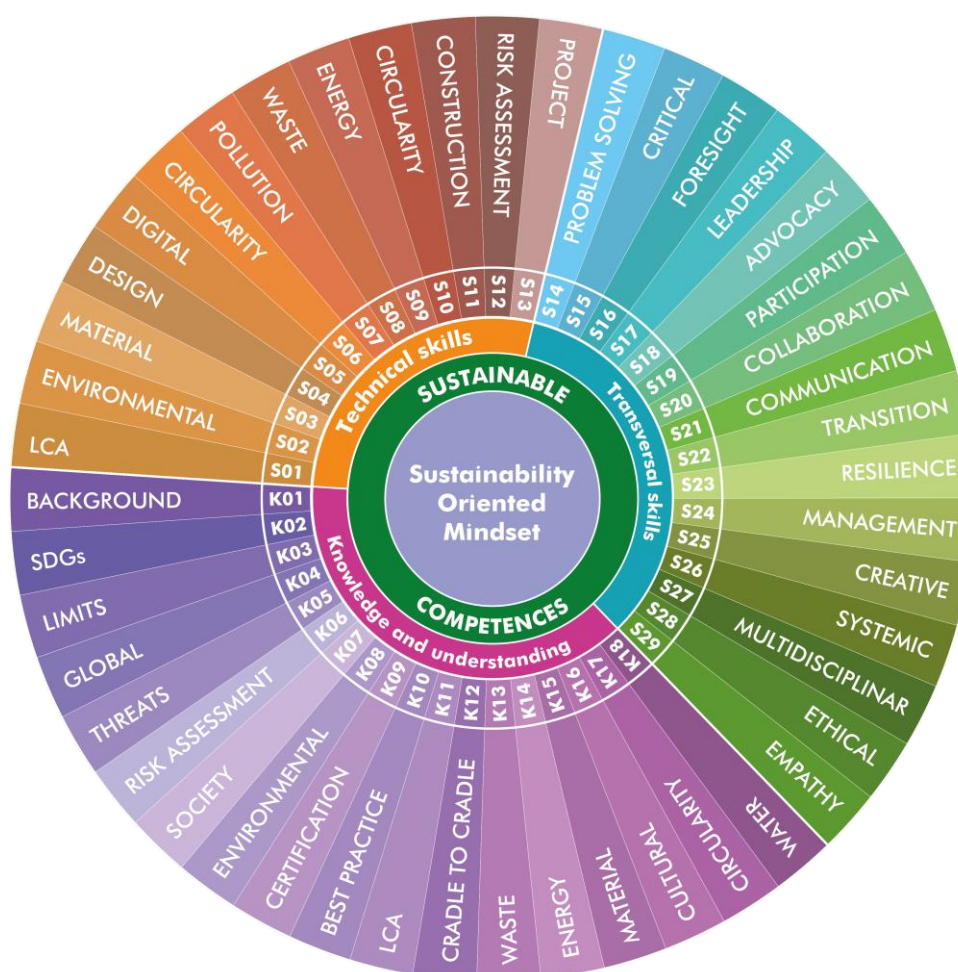
Módulos por Áreas Temáticas

Estrutura

Diagrama de REO _ Competências e Conhecimentos

As competências transversais e específicas abordadas neste carrossel, juntamente com os conhecimentos selecionados, visam complementar as competências já adquiridas pelos alunos.

Destinam-se a ser aplicáveis em todas as áreas da engenharia e podem ser adaptadas para atender a disciplinas ou contextos específicos, dependendo dos objetivos do instrutor. Estas competências e conhecimentos visam apoiar os alunos tanto na sua educação contínua como na futura prática profissional.



Estrutura

Diagrama de REO _ Competências

As 12 competências sustentáveis desenvolvidas para a engenharia são o cerne deste curso. Definem as competências e os conhecimentos essenciais a adquirir através das atividades propostas.

O objetivo é capacitar os alunos para abordarem problemas complexos com uma mentalidade sustentável. Cada módulo temático desenvolve três competências para oferecer uma abordagem de formação flexível.



Competências

As competências são definidas como “conjuntos articulados de conhecimentos, capacidades, competências, disposições, atitudes e aptidões que nos permitem compreender e analisar problemas ou situações e agir de forma coerente e eficaz, individual ou coletivamente, em contextos específicos”.

As competências são definidas como “conjuntos articulados de conhecimentos, capacidades, competências, disposições, atitudes e aptidões que nos permitem compreender e analisar problemas ou situações e agir de forma coerente e eficaz, individual ou coletivamente, em contextos específicos”.

São avaliáveis através dos resultados de aprendizagem e podem ser demonstradas pela capacidade de aplicar conhecimentos, competências e capacidades pessoais, sociais, profissionais e metodológicas em situações de trabalho ou de estudo, bem como no desenvolvimento profissional e pessoal. As competências são inerentes aos indivíduos e estes desenvolvem-nas continuamente através da prática profissional e da aprendizagem ao longo da vida.

As Competências e os Resultados de Aprendizagem, que por vezes são utilizados indistintamente, são o ponto de partida e o núcleo de qualquer processo de ensino, pois definem o que queremos que o aluno alcance a nível educativo.

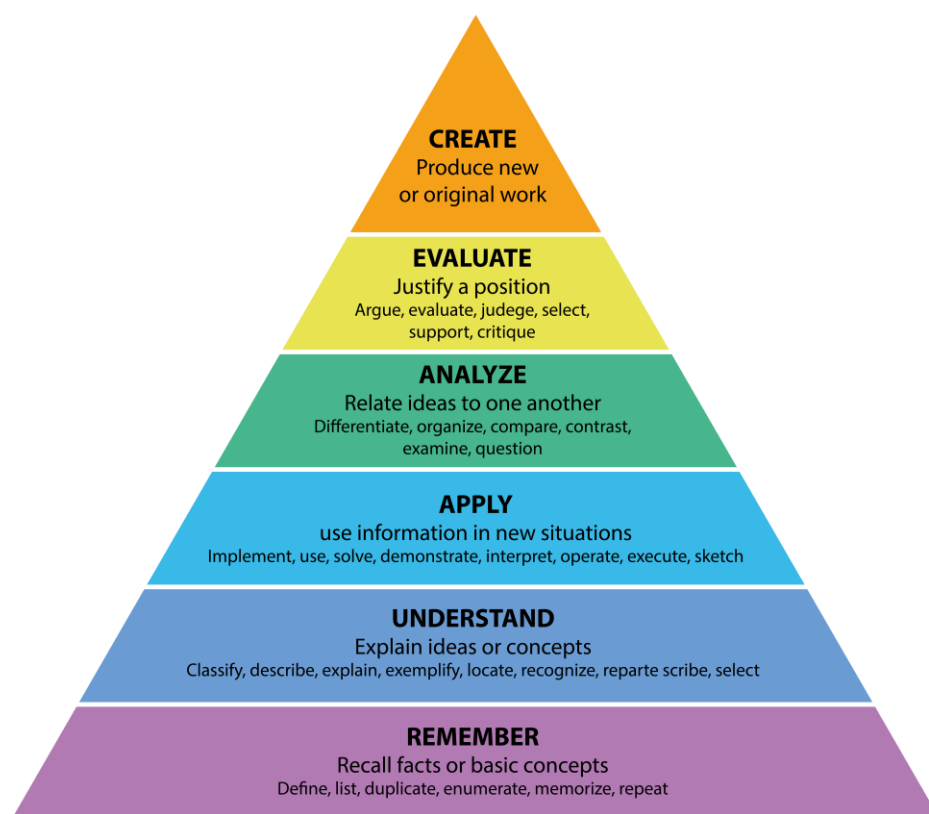
Este curso, através dos seus quatro módulos, procura capacitar os alunos para desenvolverem os seus trabalhos com uma mentalidade sustentável, uma abordagem integrativa e pensamento sistémico. Esta formação será possível graças a um conjunto de atividades que os alunos irão realizar utilizando recursos curtos e simples, concebidos para utilização em sala de aula. Estas atividades visam gerar uma mudança de perspetiva e de conhecimento que o aluno poderá integrar na sua vida diária e na restante perícia técnica.

Portanto, os resultados da aprendizagem são declarações do que se espera que um aluno saiba, compreenda e/ou seja capaz de demonstrar após a conclusão de um processo de aprendizagem (de acordo com o Tuning Glossary of Educational Structures). Desta forma, o Resultado de Aprendizagem iniciar-se-á com a frase “o aluno será capaz de...”, seguida do verbo que expressa a competência.

Resultados de aprendizagem

A escolha do verbo adequado na competência a declaração é essencial, pois determinará o nível de complexidade que o aluno irá enfrentar e, por conseguinte, o nível esperado de treino.

Para isso, é necessário ter em conta o nível educacional para ajustar a profundidade e a complexidade das atividades propostas, bem como o tempo para o seu desenvolvimento. A formação evolui com o tempo, não só em termos de extensão, mas também de complexidade. Portanto, um aluno do primeiro ano não é o mesmo que alguém que está prestes a entregar o seu Projeto Final de Final de Curso.



Bloom's Taxonomy
(revised by Anderson y Krathwohl)

Selecionámos áreas de conhecimento relacionadas com a Sustentabilidade e a Engenharia, permitindo uma abordagem diferenciada. O mesmo foi feito com as competências, que foram divididas em áreas transversais e específicas ou técnicas.

Resultados de aprendizagem

O quadro de 12 competências, 29 habilidades e 18 áreas de conhecimento, juntamente com a lista de 22 metodologias ou pedagogias de ensino, constitui uma ferramenta para gerar atividades que podem ser adaptadas no futuro a interesses mais específicos ou gerais.

Entretanto, o curso que oferecemos, a Educação em Engenharia para um Futuro Sustentável, é uma amostra das muitas possibilidades disponíveis e ajudará os professores e os alunos a desenvolverem uma mentalidade sustentável desejada.

Falamos, assim, de duas importantes ferramentas: por um lado, a estrutura que suporta o curso e, por outro, os quatro módulos propostos que captarão o interesse e a atenção dos alunos, evidenciando a relação direta entre a sua futura profissão e a gestão de soluções que tenham em conta a sustentabilidade.

Módulo 1

Competências Transversais para a Liderança em Engenharia Sustentável

- C10 Olhares Culturais e Multidisciplinares
- C11 Responsabilidade Ética e Social
- C10 Ambiente, Sociedade e Economia Interligados

Módulo 2

Engenharia Holística de Impacto: Integrando Pensamento Sistêmico, Responsabilidade Social e Abordagem Multidisciplinar

- C09 Estratégias Sustentáveis e Planejamento Estratégico
- C08 Liderança para uma Transição Sustentável
- C07 Gestão de Projetos Sustentáveis

Módulo 3

Avaliação do Ciclo de Vida

- C06 LCA e Avaliação de Impacte Ambiental
- Metodologia C05 ACV
- C04 Impactos dos Produtos e Serviços

Módulo 4

Inovar para Desafios Globais

- C03 Infraestruturas e Cidades Sustentáveis e Resilientes
- Efeitos ambientais do CO2 no transporte
- C01 Minimizando a Pegada de Carbono

Competências e Resultados de Aprendizagem

Integrar a sustentabilidade na educação em engenharia: uma estrutura de competências abrangente

Face aos crescentes desafios globais — alterações climáticas, esgotamento de recursos, desigualdade social e degradação ambiental — a educação em engenharia precisa de evoluir para preparar profissionais capazes de conceber soluções que sejam não só tecnicamente sólidas, mas também eticamente responsáveis e ambientalmente sustentáveis. Para tal, foi desenvolvido um conjunto abrangente de competências para orientar a integração da sustentabilidade nos currículos de engenharia em todas as disciplinas.

No cerne desta estrutura está a capacidade de compreender e reduzir a pegada de carbono associada aos sistemas energéticos. Os engenheiros devem ser capazes de avaliar as fontes de energia não só em termos de eficiência e custo, mas também na perspetiva do impacto ambiental, aplicando princípios energéticos fundamentais e análises comparativas. Esta compreensão estende-se ao sector dos transportes, onde os engenheiros são chamados a inovar nos sistemas de logística, mobilidade e turismo para reduzir as emissões e melhorar a sustentabilidade.

É igualmente crucial a capacidade de conceber infraestruturas e ambientes urbanos sustentáveis e resilientes. Isto passa por antecipar os riscos das alterações climáticas, promover sistemas de energia renovável distribuída, implementar cadeias de abastecimento circulares e integrar soluções baseadas na natureza. Estas abordagens exigem um conhecimento profundo do ciclo de vida dos produtos e processos. Os engenheiros devem

dominar as metodologias de avaliação do ciclo de vida (ACV), ser capazes de quantificar os impactos ambientais e incorporar a análise de riscos para garantir a sustentabilidade a longo prazo.

A eficiência dos recursos é outro dos pilares desta estrutura de competências. Os engenheiros devem ser formados para otimizar o uso de energia e a seleção de materiais, integrando recursos renováveis e práticas de fabrico sustentáveis que priorizem a durabilidade, a reciclabilidade e o mínimo impacto ambiental. Estas competências técnicas devem ser complementadas pela capacidade de gerir projetos com foco na sustentabilidade: planeamento estratégico, mitigação de riscos e alinhamento das iniciativas com políticas, regulamentos e certificações relevantes.

Além da expertise técnica, os engenheiros devem também desenvolver competências de liderança para impulsionar as transições de sustentabilidade nas organizações. Isto inclui a tomada de decisões éticas, a implementação de estratégias de responsabilidade social corporativa (RSC) e a compreensão das dimensões financeira e empresarial da sustentabilidade. A previsão estratégica torna-se essencial, uma vez que os engenheiros devem antecipar as tendências a longo prazo, avaliar as influências geopolíticas e económicas e desenvolver estratégias adaptativas que garantam a resiliência num mundo em rápida transformação.

Competências e Resultados de Aprendizagem

Uma abordagem sistêmica é fundamental para este modelo educativo. Os engenheiros devem reconhecer a interdependência dos sistemas ambientais, sociais e económicos, concebendo soluções que respeitem os limites planetários e reconheçam a natureza finita dos recursos. A responsabilidade ética e social deve estar presente em todas as decisões, garantindo que as práticas de engenharia promovem a justiça ambiental, a equidade e a responsabilidade.

Por fim, é essencial uma perspetiva verdadeiramente global e inclusiva. Os engenheiros devem ser capazes de integrar perspetivas culturais e multidisciplinares, incluindo sistemas de conhecimento indígenas, para desenvolver soluções contextualmente relevantes e globalmente aplicáveis. Esta abordagem holística garante que a sustentabilidade não é considerada um complemento, mas sim um elemento central da prática da engenharia. A integração destes temas interligados ao ensino da engenharia representa uma mudança transformadora em direção à sustentabilidade. Ao incorporar esta estrutura nos currículos, as instituições podem desenvolver engenheiros que sejam não só tecnicamente competentes, mas também visionários, responsáveis e capazes de liderar a transição para um futuro mais sustentável e equitativo. Este quadro de competências não só responde a uma necessidade educativa, como também está estreitamente alinhado com a Agenda 2030 e os seus 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), cuja concretização exige uma transformação estrutural na forma como a engenharia é concebida, ensinada e praticada. Como é referenciado no relatório da UNESCO "Engenharia para o Desenvolvimento Sustentável: Uma Perspetiva Global", a engenharia desempenha um papel fundamental na conceção de soluções inovadoras para enfrentar desafios interligados, como as alterações climáticas, a pobreza, a desigualdade e a degradação ambiental. Consequentemente, a engenharia deve transcender o seu foco tradicional e assumir a sua responsabilidade

como impulsionadora da sustentabilidade e da justiça global. Este novo paradigma exige uma profunda reorientação da educação, através da qual os futuros engenheiros sejam formados não só para resolver problemas técnicos, mas também para antecipar impactos sociais, ecológicos e éticos, e para integrar estas considerações de forma crítica e proactiva nas suas decisões profissionais. O quadro de competências aqui proposto oferece um roteiro coerente para a preparação de profissionais que possam contribuir ativamente para a concretização dos ODS, integrando o pensamento sistémico, a inclusão de diversos sistemas de conhecimento, a inovação responsável e a ação coletiva. Só através desta transformação no ensino da engenharia poderemos caminhar para um desenvolvimento verdadeiramente sustentável, onde a tecnologia e o conhecimento sirvam o bem comum e respeitem os limites do planeta. Adotar esta visão não é apenas uma opção desejável, mas uma necessidade urgente se quisermos garantir um futuro habitável, justo e resiliente para as gerações futuras.



Programa Acadêmico_Lista de Competências

C01 MINIMIZAR A PEGA DE CARBONO

Capacidade de analisar qualitativamente a pegada de carbono associada a diferentes fontes de energia. Princípios energéticos, variáveis de comparação.

C02 EFEITOS AMBIENTAIS DO TRANSPORTE

Capacidade de aplicar o conhecimento, experiência e inovação em engenharia para o transporte, logística, transporte de carga, transporte de passageiros e turismo.

C03 INFRAESTRUTURAS E CIDADES SUSTENTÁVEIS E RESILIENTES

Capacidade de desenvolver infraestruturas e modelos de cidades sustentáveis e resilientes, identificando e compreendendo os riscos impostos pelas alterações climáticas, implementando estratégias de mobilidade sustentável, geração distribuída de energia renovável, cadeias de abastecimento circulares, soluções baseadas na natureza e cenários prospectivos.

C04 IMPACTOS DOS PRODUTOS E SERVIÇOS

Capacidade de realizar avaliações de ciclo de vida e de impacto ambiental, avaliando o impacto ambiental de produtos e processos, aplicando a análise de ciclo de vida (ACV) e cálculos de pegada de carbono e incorporação de metodologias de avaliação de risco para garantir resultados de engenharia sustentáveis.

C05 METODOLOGIA ACV

Capacidade de compreender metodologias como a metodologia ACV que determina os impactos ambientais dos produtos considerando o seu ciclo de vida, sendo capaz de identificar as diferentes fases e etapas de acordo com a série de normas ISO 14040:2006.

C06 ACV E AVALIAÇÃO DE IMPACTE AMBIENTAL

Capacidade de realizar avaliações do ciclo de vida e impacto ambiental, avaliando o impacto ambiental dos produtos e processos considerando o seu ciclo de vida, aplicando a metodologia de avaliação do ciclo de vida (ACV), incluindo cálculos de pegada de carbono para garantir resultados de engenharia sustentáveis.

C07 GESTÃO DE PROJETOS SUSTENTÁVEIS

Capacidade de gerir projetos focados na sustentabilidade através de planeamento estratégico, mitigação de riscos, coordenação de iniciativas de sustentabilidade e garantia de alinhamento com políticas, regulamentos e certificações relacionadas com a sustentabilidade.

C08 LIDERANÇA SUSTENTÁVEL DE TRANSIÇÃO

Capacidade de liderar transições de sustentabilidade promovendo a mudança nas organizações de engenharia, tomando decisões éticas, implementando estruturas de responsabilidade social corporativa (RSC) e compreendendo como a sustentabilidade se relaciona aos negócios e às finanças.

Programa Acadêmico_Lista de Competências

C09 ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS E PLANEAMENTO ESTRATÉGICO

Capacidade de aplicar a previsão estratégica e o planeamento de cenários analisando as tendências de sustentabilidade a longo prazo, antecipando riscos e integrando estratégias adaptativas em projetos de engenharia, tendo em conta as influências geopolíticas e económicas que moldam as políticas de sustentabilidade, a disponibilidade de recursos e a dinâmica do mercado global.

C10 AMBIENTE, SOCIEDADE E ECONOMIA INTERCONECTADOS

Capacidade de aplicar o pensamento sistémico à engenharia da sustentabilidade, reconhecendo e abordando as interligações entre fatores ambientais, sociais e económicos, ao mesmo tempo que projeta soluções que se mantêm dentro dos limites planetários e têm em conta a disponibilidade finita de recursos.

C11 RESPONSABILIDADE ÉTICA E SOCIAL

Capacidade de integrar a responsabilidade ética e social nas decisões de sustentabilidade, considerando a justiça ambiental, a responsabilidade corporativa e a equidade social.

C12 PERSPECTIVAS CULTURAIS E MULTIDISCIPLINARES

Capacidade de incorporar perspetivas culturais e multidisciplinares na sustentabilidade integrando diversos pontos de vista, incluindo o conhecimento tradicional, para criar soluções globalmente relevantes.



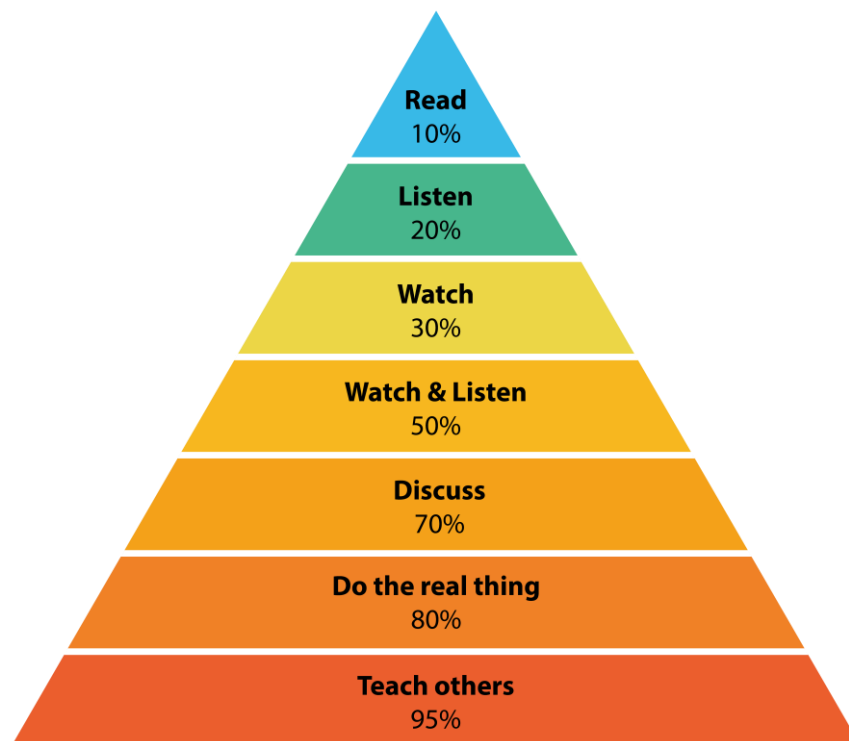
Recursos e Metodologias de Ensino

Facilitar a aprendizagem é o objetivo final de qualquer metodologia educativa. A pirâmide de aprendizagem de Edgar Dale mostra quais as atividades que permitem às pessoas aprender mais e melhor.

Este diagrama mostra que uma maior participação dos alunos se traduz em níveis mais elevados de aprendizagem.

As metodologias educativas inovadoras abordam as preocupações dos alunos para facilitar o seu acesso ao seu próprio mundo e captar a sua atenção, permitindo-lhes desenvolver as competências de que necessitam. Quando falamos em metodologias educativas inovadoras ou ativas, referimo-nos a propostas ou atividades implementadas com o objetivo de um

ensino dinâmico, procurando um processo de aprendizagem mais participativo que coloque o aluno no centro do sistema. A implementação de novas metodologias educativas está a ser adotada em todo o mundo, promovendo melhores resultados académicos para os alunos.



Edgar Dale's Learning Pyramid

Conteúdo

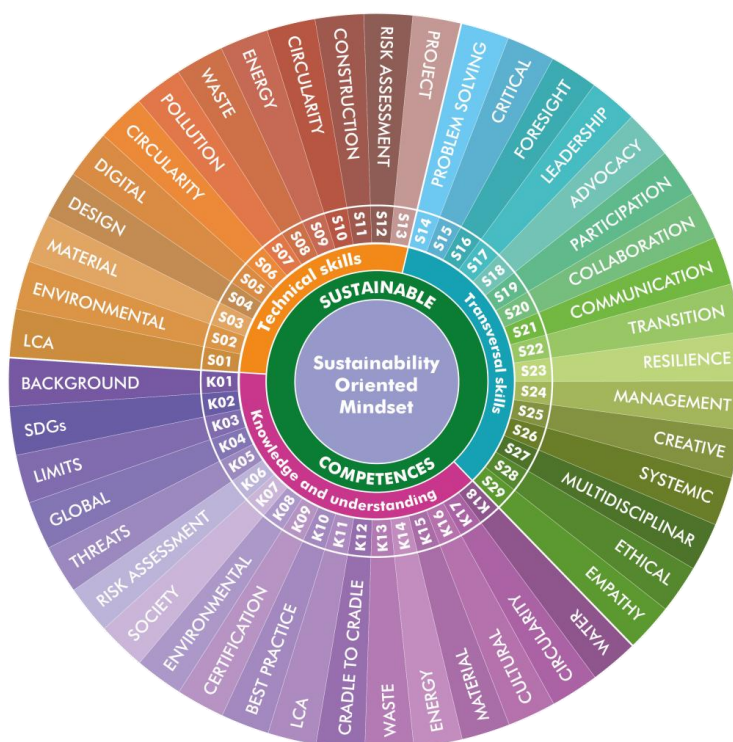
Recursos e Metodologias de Ensino

A sustentabilidade começa na sala de aula.

Aprender a pensar e a agir de forma sustentável em engenharia depende não só do conteúdo, mas também da forma como é ensinado. As metodologias ativas transformam os alunos em solucionadores de problemas empenhados, prontos para enfrentar os desafios do mundo real com responsabilidade e visão.

Promover uma mentalidade sustentável na área da engenharia exige mais do que apenas a transmissão de conhecimentos técnicos; exige uma abordagem pedagógica transformadora que coloque o aluno no centro do processo de aprendizagem, apelando ao seu empenho, pensamento crítico e capacidade de agir de forma ética e responsável. Assim sendo, o curso foi concebido numa perspectiva metodológica alinhada com os princípios da aprendizagem significativa, estruturada em torno de doze competências essenciais que abordam

diferentes dimensões da sustentabilidade: energética, ambiental, urbana, ética, social, económica e cultural. Esta estrutura está organizada em quatro módulos, cada um focado em três competências, com atividades divididas em três níveis progressivos de complexidade (básico, avançado e integrativo), em linha com a taxonomia de Bloom, revista por Anderson e Krathwohl, que orienta o desenvolvimento cognitivo desde a memorização e compreensão até à aplicação, análise, avaliação e criação.

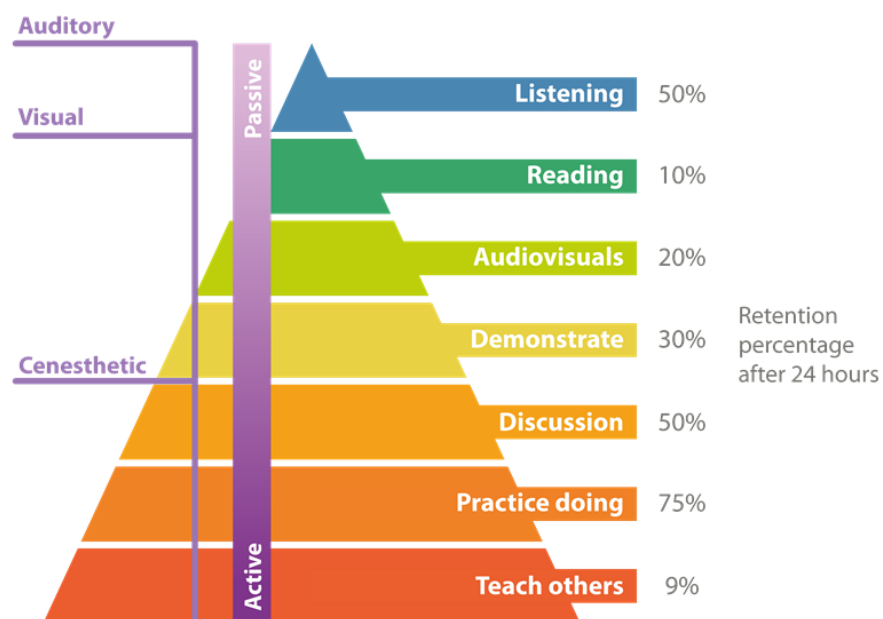


Recursos e Metodologias de Ensino

Foram priorizadas metodologias ativas de aprendizagem, onde os alunos não são recetores passivos de informação, mas transformam-na e aplicam-na ativamente em contextos reais e desafiantes.

Assim, o curso oferece recursos como estudos de caso, vídeos analíticos, textos de apoio, infográficos e diagramas, com o objetivo de dedicar a maior parte do tempo do curso a atividades significativas. Esta abordagem baseia-se em evidências pedagógicas amplamente reconhecidas. Como apresentado no Cone da Experiência de Edgar Dale (1969), os métodos que envolvem a participação direta e ativa levam a uma compreensão mais profunda e duradoura em comparação com as abordagens baseadas apenas na leitura ou na audição.

Embora Dale não tenha atribuído percentagens de retenção a cada nível do cone, o seu trabalho foi posteriormente reinterpretado em linha com a estrutura de Bloom, nomeadamente por Anderson e Krathwohl, que enfatiza a acção, a criatividade e o juízo crítico como resultados avançados de aprendizagem. Da mesma forma, a conhecida Pirâmide da Aprendizagem Ativa, popularizada por educadores como Cody Blair, apresenta uma hierarquia de métodos de ensino com base no grau de envolvimento dos alunos.



Cody Blair's Learning Pyramid

Este modelo sugere que aprender fazendo, aplicar o conhecimento em contextos da vida real e ensinar outras pessoas estão entre as estratégias mais eficazes. Embora as percentagens específicas frequentemente associadas a estes diagramas devam ser interpretadas com cautela, dado que não se baseiam em investigação empírica sistemática, o seu valor reside em realçar a importância da aprendizagem centrada no aluno, contextualizada e participativa.

Conteúdo

Recursos e Metodologias de Ensino

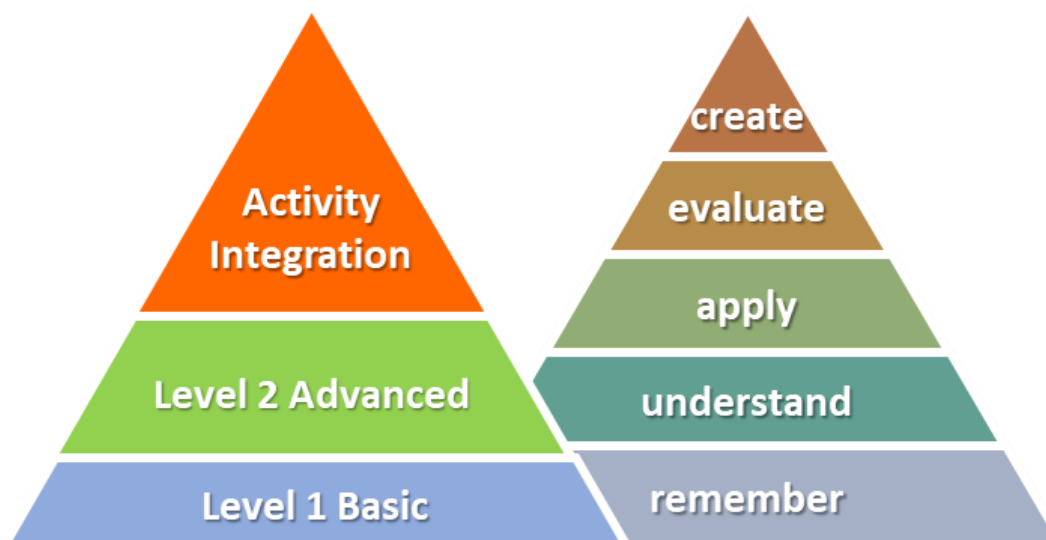
Doze competências, três níveis, um propósito compartilhado.

O design do curso estrutura a progressão da aprendizagem através de atividades alinhadas com a Taxonomia de Bloom revista.

Esta organização, baseada no pensamento sistêmico e nas competências-chave para a sustentabilidade, garante que o conhecimento técnico está significativamente ligado à ação, à reflexão e ao julgamento ético.

Este modelo sugere que aprender enquanto se faz, aplicar o conhecimento em contextos da vida real e ensinar outras pessoas estão entre as estratégias mais eficazes. Embora as porcentagens específicas frequentemente associadas a estes diagramas devam ser interpretadas com cautela, dado que não se baseiam em investigação empírica sistemática, o seu valor reside em realçar a importância da aprendizagem centrada no aluno, contextualizada e participativa.

Este princípio assume particular relevância quando o tempo de aprendizagem é limitado. Nestes contextos, as metodologias ativas maximizam o impacto educativo, promovendo a transferência de conhecimento para situações da vida real, em estreita sintonia com as competências profissionais exigidas para uma engenharia orientada para a sustentabilidade.



Comparison of the EESF course development levels and the levels of Bloom's taxonomy

Conteúdo

Recursos e Metodologias de Ensino

Existe sustentabilidade sem transformação educativa

A utilização de metodologias ativas não só potencia a aprendizagem em prazos limitados, como representa um compromisso estratégico com a formação de profissionais capazes de liderar a mudança. Aprender fazendo, refletindo e colaborando é, mais do que nunca, uma condição necessária para uma engenharia que contribua realmente para um futuro justo e sustentável.

A seleção de metodologias específicas para cada atividade não é arbitrária, mas antes responde ao tipo de competência a desenvolver e ao nível cognitivo desejado. Assim, as atividades de Nível 1 (básico) baseiam-se na descoberta guiada, na análise de vídeos ou em exercícios estruturados; as tarefas de Nível 2 (avançado) empregam métodos como estudos de caso, simulações ou aprendizagem baseada em desafios; enquanto as atividades integrativas se baseiam na aprendizagem baseada em projetos (ABP), no design thinking e na colaboração entre pares, permitindo aos alunos aplicar sistematicamente conhecimentos e competências em situações

profissionais. De um modo geral, este desenho metodológico procura não só facilitar a obtenção dos resultados de aprendizagem, mas também fomentar uma atitude ativa, reflexiva e transformadora nos alunos. Só através de experiências de aprendizagem autênticas, participativas e estimulantes será possível avançar para uma educação em engenharia alinhada com os desafios do século XXI, onde o desenvolvimento de competências técnicas anda de mãos dadas com a consciência crítica e um firme compromisso com a sustentabilidade.

Notas explicativas para o leitor:

A taxonomia de Bloom revista por Anderson e Krathwohl introduz uma dimensão cognitiva mais estruturada para a conceção dos objetivos de aprendizagem, progredindo de Recordar, Compreender, Aplicar, Analisar, Avaliar, para Criar.

Edgar Dale não atribuiu percentagens de retenção ao seu Cone de Experiência. Os valores normalmente associados ao modelo foram introduzidos posteriormente e devem ser utilizados com cautela, principalmente como

exemplos pedagógicos, e não como exemplos empíricos. A "Pirâmide da Aprendizagem Ativa", popularizada por Cody Blair e outros educadores, classifica visualmente as estratégias de aprendizagem de acordo com a sua eficácia com base no envolvimento dos alunos. Embora não seja derivado de um único estudo empírico, o modelo é amplamente utilizado no design educacional para promover a aprendizagem experiencial e centrada no aluno.

Programa Acadêmico - Lista de competências e conhecimentos

Competências interdisciplinares

S01 **COMPETÊNCIAS DE AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA**

S02 **AMBIENTAL** Competências para avaliar o impacto ambiental

S03 **MATERIAIS** Competências para selecionar materiais sustentáveis

S04 **ESTILO** Competências para projetar com uma abordagem sustentável

S05 **DIGITAL** Competências para utilizar ferramentas digitais para a sustentabilidade

S06 **CIRCULARIDADE** Competências para a implementação da economia circular e otimização

S07 **POLUIÇÃO** Competências para utilizar estratégias de prevenção da poluição

S08 **DESPERDÍCIO** Competências para implementar a gestão de resíduos para a sustentabilidade

S09 **ENERGIA** Competências para procurar o desempenho energético e a eficiência dos recursos

S10 **DADOS** Competências para usar a simulação e análise de dados para a sustentabilidade

S11 **CONSTRUÇÃO** Competências para promover a construção sustentável

S12 **RISCO** Competências para dar importância à avaliação de riscos para a sustentabilidade

S13 **PROJETOS** Competências para identificar oportunidades de melhoria sustentabilidade em projetos

Programa Acadêmico - Lista de competências e conhecimentos

Competências e técnicas específicas

- S14 **RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS** Capacidades de resolução de problemas complexos

- S15 **CRÍTICA** competências críticas de pensamento

- S16 **PREVISÃO** Competências para previsão estratégica e planejamento de cenários

- S17 **LIDERANÇA** competências de Liderança para a sustentabilidade

- S18 **ADVOCACIA** Defender competências para a sustentabilidade

- S19 **PARTICIPAÇÃO** Competências para gerar engagement com os stakeholders, negociação e gestão de conflitos.

- S20 **COLABORADOR** Competências para colaborar com uma variedade de stakeholders e disciplinas

- S21 **COMUNICAÇÃO** competências de comunicação eficazes com uma variedade de públicos

- S22 **TRANSIÇÃO** Competências de gestão de mudanças e transições para a sustentabilidade

- S23 **RESILIÊNCIA** Resiliência e competências de adaptabilidade em projetos de sustentabilidade

- S24 **GESTÃO** Gestão de projetos e engenharia de sustentabilidade

- S25 **CRIATIVIDADE** Competências para a criatividade e inovação

- S26 **SISTÉMICO** Competências para aplicar o pensamento sistémico

- S27 **MULTIDISCIPLINAR** Competências para trabalhar com equipas multidisciplinares abordagens e ambientes

- S28 **ÉTICA** Competências para incluir uma abordagem ética na resolução de problemas

- S29 **EMPATIA** Competências para compreender as necessidades dos utilizadores e melhorar a vida das pessoas

Programa Académico - Lista de competências e conhecimentos

Conhecimento e compreensão

- K01 CONTEXTO** A evolução da sustentabilidade e os ODS
- K02 ODS** Ligação entre a engenharia e a sustentabilidade e os ODS
- K03 LIMITES** Limites planetários e estado atual dos recursos críticos
- K04 GLOBAL** Influências geopolíticas e económicas na sustentabilidade
- K05 AMEAÇAS** Principais ameaças ambientais e como são medidas
- K06 RISCO** Sustentabilidade
- K07 SOCIEDADE** Sustentabilidade e sistemas sociais
- K08 AMBIENTE** Sustentabilidade e ambiente
- K09 CERTIFICAÇÃO** Políticas, regulamentos e regulamentos relacionados com a sustentabilidade e certificações relevantes para a engenharia
- K10 MELHORES PRÁTICAS** Melhores práticas de sustentabilidade em projetos de engenharia
- K11 ACV** Abordagem e aplicação do ciclo de vida
- K12 DO BERÇO AO BERÇO** Design circular de berço a berço
- K13 DESPERDÍCIO** Gestão do desperdício
- K09 ENERGIA** Energia limpa, sistemas energéticos futuros e tecnologias verdes emergentes
- K10 MATERIAL** Classificação dos materiais numa perspetiva ambiental (recicláveis, renováveis, de base biológica)
- K11 CULTURAL** Diferenças culturais nas abordagens à sustentabilidade
- K12 CIRCULARIDADE** Cadeia de abastecimento circular e gestão sustentável dos recursos
- K13 ÁGUA** Gestão de água

Programa Académico - Lista de Métodos de Ensino

Métodos Pedagógicos

- P01 Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)** Os alunos resolvem, em grupo, desafios de sustentabilidade da vida real.
- P02 Aprendizagem baseada em casos** Os alunos analisam casos práticos de engenharia com dilemas de sustentabilidade.
- P03 Design Thinking** Estruturado para fomentar a inovação e a empatia em abordando os desafios dos ODS.
- P04 RPG e simulação** Os alunos assumem funções nas negociações com as partes interessadas (por exemplo, planeamento de sustentabilidade, acordos climáticos).
- P05 Seminário/Debate Socrático** Utilizado para analisar criticamente questões controversas de sustentabilidade.
- P06 Aprendizagem-Serviço** Conecta o conteúdo da sala de aula com projetos de sustentabilidade da comunidade.
- P07 Global Café / Debate Fishbowl** Facilita conversas inclusivas sobre questões complexas relacionadas com os ODS.
- P08 Sala de aula invertida** Os alunos interagem com vídeos ou textos dos REO antes da aula; o tempo de aula é utilizado para a aplicação e resolução de problemas.
- P09 Microaprendizagem** Unidades curtas e dirigidas de aprendizagem digital (vídeos, infografias, questionários) relacionados com os ODS.
- P10 Gamificação** Utilizar pontos, crachás ou cenários para motivar a participação em tópicos de sustentabilidade.
- P11 Narrativa Criativa/Digital** Os alunos criam materiais (por exemplo, cartazes, vídeos ou multimédia) para explorar questões de sustentabilidade.

Programa Académico - Lista de Métodos de Ensino

Métodos Pedagógicos

- P12 WebQuests / Investigação guiada** Os alunos utilizam recursos online selecionados para explorar e apresentar tópicos de sustentabilidade.
- P13 Wikis colaborativos ou quadros digitais (por exemplo, Padlet, Miro)** são utilizados para a construção colaborativa de conhecimento em tópicos de engenharia de sustentabilidade.
- P14 Aprendizagem Baseada em Desafios** As equipas abordam os desafios reais relacionados com os ODS ao longo do tempo, utilizando métodos interdisciplinares.
- P15 Aprendizagem por pares/revisão por pares.** Os alunos partilham feedback com os colegas no desenvolvimento de ideias ou projetos.
- P16 Aprendizagem baseada em projetos** Projetos de longo prazo focados na sustentabilidade, implementados em diversos formatos.
- P17 Aprendizagem baseada na investigação** Os alunos geram questões e exploram questões de engenharia relacionadas com os ODS utilizando métodos de investigação.
- P18 Aprender através do ensino** Os alunos pesquisam um tema (por exemplo, um ODS) e ensinam aos seus colegas de turma.
- P19 Diários de Prática Reflexiva/Aprendizagem** Os alunos documentam os seus processo de aprendizagem e desenvolvimento de uma mentalidade de sustentabilidade.
- P20 Exercícios de pensamento sistémico** Utilizando ferramentas visuais (loops causais, sistemas mapas) para explorar a interligação dos ODS.
- P21 Ensino Didático** Introdução/definição de conceitos através de instrução direta.
- P22 Aprendizagem colaborativa** Os alunos trabalham em grupo para resolver problemas, completar tarefas ou compreender conceitos.

Tabela de matriz

Competências, Aptidões e Conhecimentos

Específico & Técnico	Competências	Módulo 4			Módulo 3			Módulo 2			Módulo 1		
		C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12
ACV	S01												
AMBIENTAL	S02												
MATERIAL	S03												
ESTILO	S04												
DIGITAL	S05												
CIRCULARIDADE	S06												
POLUIÇÃO	S07												
DESPERDÍCIO	S08												
ENERGIA	S09												
CIRCULARIDADE	S10												
CONSTRUÇÃO	S11												
AVALIAÇÃO DE RISCO	S12												
PROJETO	S13												
Competências Transversais		C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12
RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS	S14												
CRÍTICO	S15												
PREVISÃO	S16												
LIDERANÇA	S17												
ADVOCACIA	S18												
PARTICIPAÇÃO	S19												
COLABORADOR	S20												
COMUNICAÇÃO	S21												
TRANSIÇÃO	S22												
RESILIÊNCIA	S23												
GESTÃO	S24												
CRIATIVO	S25												
SISTÊMICO	S26												
MULTIDISCIPLINAR	S27												
ÉTICO	S28												
EMPATIA	S29												
Conhecimento		C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12
CONTEXTO	K01												
ODS	K02												
LIMITES	K03												
GLOBAL	K04												
AMEAÇAS	K05												
AVALIAÇÃO DE RISCO	K06												
SOCIEDADE	K07												
AMBIENTAL	K08												
CERTIFICAÇÃO	K09												
MELHORES PRÁTICAS	K10												
ACV	K11												
BERÇO YO BERÇO	K12												
DESPERDÍCIO	K13												
ENERGIA	K14												
MATERIAL	K15												
CULTURAL	K16												
CIRCULARIDADE	K17												
ÁGUA	K18												

Tabela de matriz

Pedagogias

Pedagógico Ensino	Módulo 4			Módulo 3			Módulo 2			Módulo 1		
	C01	C02	C03	C04	C05	C06	C07	C08	C09	C10	C11	C12
Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) P01		■	■	■		■	■	■			■	■
Aprendizagem Baseada em Casos P02			■		■		■	■		■	■	■
Design Thinking P03			■					■			■	
Dramatização e Simulação P04							■	■	■	■	■	■
Seminário / Debate Socrático P05	■	■	■	■	■	■						
Aprendizagem de serviço P06												
Discussão sobre World Café/Fishbowl P07												
Sala de aula invertida P08												
Microaprendizagem P09	■	■					■	■	■	■	■	
Gamificação P10												
Narrativa digital P11									■			■
WebQuests / Investigação Guiada P12												
Wikis colaborativos ou quadros digitais P13												
Aprendizagem Baseada em Desafios P14			■						■	■		■
Aprendizagem por pares / Revisão por pares P15								■				■
Aprendizagem Baseada em Projetos P16			■	■		■	■			■		
Aprendizagem baseada na investigação P17												
Aprender ensinando P18												
Prática Reflexiva / Diários de Aprendizagem P19										■		
Exercícios de pensamento sistémico P20			■			■				■		■
Ensino Didático P21							■					
Aprendizagem colaborativa P22							■		■			

Referências (APA 7ª edição)

- Anderson, LW, & Krathwohl , DR (Eds.). (2001). *Uma Taxonomia para a aprendizagem, o ensino e a avaliação: uma revisão da taxonomia dos objetivos educacionais de Bloom*. Longman.
- Blair, C. (nd). *A Pirâmide da Aprendizagem: Aprendizagem Ativa vs. Passiva*. Recuperado de <https://codyblair.medium.com>
- Dale, E. (1969). *Os Métodos Audiovisuais no Ensino* (3ª ed.). Dryden Press.

Pedagogias

Abordagens Pedagógicas da EESF

O Guia de Educação em Engenharia para um Futuro Sustentável (EESF) utiliza um conjunto diversificado de abordagens pedagógicas para ajudar os educadores a proporcionar experiências de aprendizagem eficazes, envolventes e flexíveis em diferentes ambientes de ensino. Esta secção do guia descreve as pedagogias selecionadas para os Módulos 1 a 4 e explica como podem ser aplicadas em três formatos principais de ensino: presencial, digital e híbrido.

Formatos Pedagógicos

Em sala de aula

As pedagogias presenciais são métodos de ensino concebidos para sessões presenciais, onde alunos e educadores interagem diretamente. Promovem o envolvimento ativo, o feedback imediato e a aprendizagem colaborativa em sala de aula.

Digital

As pedagogias digitais utilizam ferramentas, recursos ou plataformas online para oferecer conteúdos e atividades de aprendizagem. Apoiam a aprendizagem flexível e a um ritmo próprio e podem aumentar a acessibilidade e o envolvimento de alunos diversificados.

Híbrido

As pedagogias híbridas combinam métodos presenciais e digitais para criar experiências de aprendizagem combinadas. Estas abordagens permitem que os alunos completem partes de uma atividade online e, em seguida, apliquem ou discutam o que aprenderam presencialmente.

Porquê uma variedade de pedagogias?

A utilização de uma variedade de pedagogias nestes formatos garante que os alunos desenvolvam competências técnicas e transversais necessárias para a prática da engenharia sustentável. Ao envolver-se com diferentes métodos:

- **Os alunos beneficiam de experiências de aprendizagem variadas que atendem a vários estilos de aprendizagem.**
- **Os educadores podem adaptar o ensino a diferentes tamanhos de turma, horários e modos de ensino (presencial, online ou híbrido).**

Os módulos EESF estão alinhados com as melhores práticas em aprendizagem ativa e suportam competências como a resolução de problemas, a tomada de decisões éticas, o pensamento sistémico e o envolvimento das partes interessadas.

Pedagogias na sala de aula

Esta secção apresenta as pedagogias em sala de aula utilizadas no Módulo 1. Estes métodos são concebidos para o ensino presencial e incentivam a aprendizagem interativa e colaborativa. Os educadores encontrarão exemplos de como cada pedagogia apoia o desenvolvimento de competências de liderança sustentáveis.

Dramatização e Simulação

O que é

Os alunos encenam cenários para explorar dilemas éticos e desafios de sustentabilidade, desenvolvendo competências de liderança e negociação.

Atividades do Módulo 1

- **M1_C07_A3 (Nível 3 – Integrado):** Negociação com as partes interessadas da Green Junction.
- **M1_C08_A2 (Nível 2 – Avançado):** Simulação de briefing estratégico (EnviroTekcaso).
- **M1-C09-A3 (Nível 3 – Integrado):** Desafio da previsão estratégica em cenários futuros de sustentabilidade.



Dica do educador... Garanta resumos claros das funções para que todos os alunos compreendam as perspetivas das partes interessadas

Aprendizagem Baseada em Casos

O que é

Os alunos analisam estudos de caso de engenharia com dilemas de sustentabilidade reais ou fictícios, aplicando o conhecimento a exemplos práticos.

Atividades do Módulo 1

- **M1-C08-A3 (Nível 3 – Integrado):** Análise aprofundada dos desafios da liderança de transição sustentável utilizando o EnviroTekcaso.
- **M1-C07-A2 (Nível 2 – Avançado):** Análise de caso de estudo do Projeto de Energia Solar GreenTech para a gestão de projetos sustentáveis.
- **M1-C09-A2 (Nível 2 – Avançado):** Exercício de análise de cenários sobre tendências e riscos de sustentabilidade a longo prazo.



Dica do educador... Incentive os alunos a identificar os principais problemas, a ligá-los às competências de sustentabilidade e a propor recomendações baseadas na evidência..

Pedagogias na sala de aula

Esta secção apresenta as pedagogias em sala de aula utilizadas no Módulo 1. Estes métodos são concebidos para o ensino presencial e incentivam a aprendizagem interativa e colaborativa. Os educadores encontrarão exemplos de como cada pedagogia apoia o desenvolvimento de competências de liderança sustentáveis.



Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)

O que é

Os alunos trabalham em equipas para resolver desafios de sustentabilidade complexos e reais, aplicando a resolução de problemas e o pensamento crítico.

Atividades do Módulo 1

- **M1-C08-A2 (Nível 2 – Avançado):** Planeamento estratégico de transição para EnviroTek.
- **M1-C09-A2 (Nível 2 – Avançado):** Desenvolvendo estratégias adaptativas para cenários futuros de sustentabilidade.

Dica do educador... Oriente as equipas com declarações claras de problemas e forneça feedback intermédio para manter as discussões focadas e produtivas.

Design Thinking



O que é

Uma abordagem estruturada e centrada no ser humano, incentivando a inovação, a empatia e a criatividade no desenvolvimento de soluções sustentáveis.

Atividades do Módulo 1

- **M1-C08-A3 (Nível 3 – Integrado):** Criação de estratégias de sustentabilidade acionáveis em EnviroTek análise.

Dica do educador... Incentive os alunos a identificar os principais problemas, a discutir diversas perspetivas e a justificar as suas recomendações com evidências.

Pedagogias Digitais

Esta secção destaca as pedagogias digitais aplicadas no Módulo 1, com foco nos métodos online flexíveis que envolvem os alunos com conceitos-chave de sustentabilidade. Estas pedagogias apoiam a aprendizagem a um ritmo próprio e podem complementar as atividades em sala de aula.

Sala de aula invertida

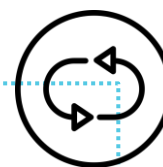
O que é

Os alunos interagem com vídeos ou leituras de REO antes da aula, para que o tempo de aula se possa concentrar na aplicação de conceitos, na resolução de problemas ou em discussões.

Atividades do Módulo 1

- **M1-C07-A3 (Nível 3 – Integrado):** Recursos pré-aula para se preparar para a negociação com as partes interessadas da Green Junction.

Dica do educador... Atribua tarefas claras antes da aula e defina expectativas para que os alunos venham preparados para participar ativamente.



Microaprendizagem

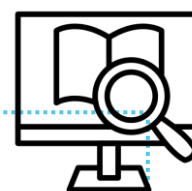
O que é

Unidades curtas e focadas de aprendizagem digital, como vídeos, infográficos ou questionários para introduzir ou reforçar conceitos de sustentabilidade.

Atividades do Módulo 1

- **M1-C08-A1 (Nível 1 – Básico):** Questionários rápidos sobre os fundamentos da liderança sustentável.
- **M1-C07-A1 (Nível 1 – Básico):** Questionários curtos introduzindo conceitos de gestão de projetos sustentáveis.

Dica do educador... Utilize a microaprendizagem como aquecimento pré-aula ou ferramenta de revisão para verificar a compreensão.



Pedagogias Digitais

Esta secção destaca as pedagogias digitais aplicadas no Módulo 1, com foco nos métodos online flexíveis que envolvem os alunos com conceitos-chave de sustentabilidade. Estas pedagogias apoiam a aprendizagem a um ritmo próprio e podem complementar as atividades em sala de aula.

WebQuests / Investigação Guiada

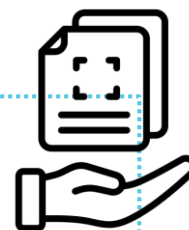
O que é

Os alunos exploram recursos online selecionados para investigar tópicos de sustentabilidade, sintetizar descobertas e apresentar as suas conclusões.

Atividades do Módulo 1

- **M1-C07-A1 (Nível 1 – Básico):** Inquérito online guiado sobre planeamento estratégico e gestão de riscos de projetos.

Dica do educador: forneça uma lista clara de fontes fiáveis e uma ficha de trabalho estruturada para orientar a investigação.



Pedagogias Híbridas

Esta secção aborda as pedagogias híbridas seleccionadas para o Módulo 1, que combinam elementos digitais e presenciais. Estas abordagens ajudam os alunos a ligar a teoria e a prática, combinando a investigação ou preparação online com a aplicação em sala de aula.

Aprendizagem Baseada em Desafios



O que é

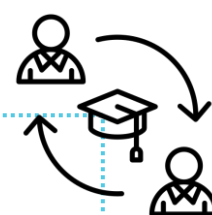
Os alunos enfrentam desafios reais com temas dos ODS ao longo do tempo, integrando conhecimentos de diversas disciplinas e formatos de entrega.

Atividades do Módulo 1

- **M1-C09-A2 (Nível 2 – Avançado):** Desenvolvendo estratégias de sustentabilidade adaptáveis através de desafios de previsão.

Dica do educador... Enquadre os desafios de forma clara com perguntas de orientação abertas para incentivar a exploração e a apropriação.

Aprendizagem por pares / Revisão por pares



O que é

Os alunos dão feedback uns aos outros ou colaboram para melhorar ideias, construindo um entendimento mais profundo através da interação entre colegas.

Atividades do Módulo 1

- **M1-C09-A3 (Nível 3 – Integrado):** Rever e refinar cenários de previsão estratégica.

Dica do educador... Forneça rubricas estruturadas de revisão por pares para garantir feedback construtivo e relevante.

Pedagogias Híbridas

Esta secção aborda as pedagogias híbridas selecionadas para o Módulo 1, que combinam elementos digitais e presenciais. Estas abordagens ajudam os alunos a ligar a teoria e a prática, combinando a investigação ou preparação online com a aplicação em sala de aula.



Ensino Didático

O que é
Instrução direta introduzindo conceitos, estruturas ou ferramentas que os alunos aplicam em atividades subsequentes.

Atividades do Módulo 1

- **M1-C07-A1 (Nível 1 – Básico):** Introdução à gestão de projetos sustentáveis.
- **M1-C09-A1 (Nível 1 – Básico):** Conceitos fundamentais da previsão estratégica.
- **M1-C08-A1 (Nível 1 – Básico):** Visão geral dos princípios de liderança sustentável.

Dica do educador... Mantenha as apresentações focadas e inclua verificações curtas para garantir a compreensão (por exemplo, sondagens ou perguntas rápidas).

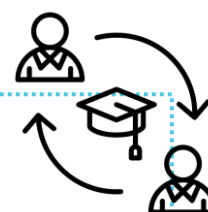
Aprendizagem colaborativa

O que é
Os alunos trabalham juntos em grupos, combinando interações digitais e presenciais para resolver problemas e partilhar conhecimentos.

Atividades do Módulo 1

- **M1-C07-A2 (Nível 2 – Avançado):** Análise de grupo do caso de estudo GreenTech.
- **M1-C09-A2 (Nível 2 – Avançado):** Desafio de previsão colaborativa.
- **M1-C09-A3 (Nível 3 – Integrado):** Criação de cenários futuros em equipa.

Dica do educador... Atribuir funções claras dentro dos grupos para garantir a participação ativa de todos os alunos.



Pedagogias na sala de

Esta secção apresenta as pedagogias em sala de aula utilizadas no Módulo 2. Estes métodos são concebidos para o ensino presencial e incentivam a aprendizagem interativa e colaborativa. Os educadores encontrarão exemplos de como cada pedagogia apoia o desenvolvimento de competências de liderança sustentáveis.



Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP)

O que é

Os alunos trabalham em conjunto para resolver desafios de sustentabilidade do mundo real, aplicando o pensamento sistémico, o raciocínio ético e abordagens interdisciplinares.

Atividades do Módulo 2

- **M2-C12-A3 (Nível 3 – Integrado):** Reduzir o plástico no campus através de um desafio de sustentabilidade complexo e baseado no contexto.

Dica do educador... Forneça declarações claras de problemas e marcos; incentive pontos de vista diversos dentro das equipas de alunos.



Aprendizagem baseada em casos

O que é

Os alunos analisam estudos de caso de engenharia com dilemas de sustentabilidade reais ou fictícios, aplicando o conhecimento a exemplos práticos.

Atividades do Módulo 2

- **M2-C10-A1 (Nível 1 – Básico):** Introdução ao projeto de sistemas com mapeamento de todo o sistema.
- **M2-C11-A3 (Nível 3 – Integrado):** Ética e responsabilidade social aplicadas através do caso SA8000.

Dica do educador... Estimule os alunos a relacionar os detalhes do caso com competências essenciais, como o pensamento sistémico e a tomada de decisões éticas.

Pedagogias na sala de aula

Esta secção apresenta as pedagogias em sala de aula utilizadas no Módulo 2. Estes métodos são concebidos para o ensino presencial e incentivam a aprendizagem interativa e colaborativa. Os educadores encontrarão exemplos de como cada pedagogia apoia o desenvolvimento de competências de liderança sustentáveis.

Dramatização e Simulação

O que é

Os alunos assumem papéis de diversas partes interessadas para negociar, planear ou simular cenários de sustentabilidade do mundo real, desenvolvendo empatia e competências de negociação.

Atividades do Módulo 2

- **M2-C12-A1 (Nível 1 – Básico):** Desafios urbanos explorados através de múltiplas perspetivas e papéis das partes interessadas.

Dica do educador... Atribua descrições de funções e regras básicas claras para manter simulações construtivas e realistas.



Seminário / Debate Socrático

O que é

Discussões ou debates estruturados onde os alunos exploram criticamente tópicos de sustentabilidade controversos ou complexos, desenvolvendo argumentação e raciocínio ético.

Atividades do Módulo 2

- **M2-C11-A1 (Nível 1 – Básico):** Debatendo os impactos mais amplos das decisões de engenharia.
- **M2-C11-A2 (Nível 2 – Avançado):** Discutindo a responsabilidade corporativa e a equidade social.

Dica do educador... Prepare perguntas abertas e provocatórias e estabeleça normas claras para um diálogo respeitoso e inclusivo.



Pedagogias Digitais

Esta secção destaca as pedagogias digitais aplicadas no Módulo 2, com foco nos métodos online flexíveis que envolvem os alunos com conceitos-chave de sustentabilidade. Estas pedagogias apoiam a aprendizagem a um ritmo próprio e podem complementar as atividades em sala de aula.

Gamificação

O que é
Incorporar pontos, crachás ou cenários interativos em atividades digitais para aumentar a motivação e o envolvimento com temas de sustentabilidade.

Atividades do Módulo 2

- **M2-C10-A3 (Nível 3 – Integrado):** Mapeamento de todo o sistema na prática, utilizando elementos gamificados para incentivar a exploração de trade-offs..

Integre objetivos claros e recompensas significativas ligadas diretamente aos resultados de aprendizagem sobre sustentabilidade para manter o envolvimento focado.



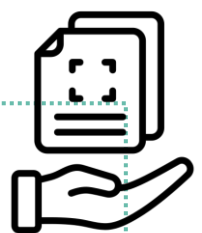
WebQuests / Investigação Guiada

O que é
Tarefas estruturadas de pesquisa online onde os alunos utilizam recursos selecionados para explorar questões de sustentabilidade e sintetizar descobertas para apresentação ou discussão.

Atividades do Módulo 2

- **M2-C12-A2 (Nível 2 – Avançado):** Investigar desafios de sustentabilidade multi-perspectiva, como os impactos no ciclo de vida dos smartphones.

Dica para educadores... Inclua uma lista de fontes fidedignas e instruções claras para orientar a pesquisa dos alunos e ajudá-los a estabelecer ligações com as competências do módulo.



Pedagogias Digitais

Esta secção destaca as pedagogias digitais aplicadas no Módulo 2, com foco nos métodos online flexíveis que envolvem os alunos com conceitos-chave de sustentabilidade. Estas pedagogias apoiam a aprendizagem a um ritmo próprio e podem complementar as atividades em sala de aula.

Microaprendizagem

O que é
Unidades de aprendizagem curtas e focadas, como vídeos, questionários ou infográficos para introduzir conceitos-chave de sustentabilidade de forma eficiente.

Atividades do Módulo 2

- **M2-C10-A1_R1_V1 (Nível 1 – Básico):** Vídeo que apresenta o design de sistemas e o pensamento de ciclo de vida completo.
- **M2-C10-A2_R1_V1 (Nível 2 – Avançado):** Vídeo sobre conceitos de mapeamento de sistemas completos.
- **M2-C10-A3_R1_V1 (Nível 3 – Integrado):** Vídeo aplicando o mapeamento de todo o sistema.
- **M2-C11-A1_R1_V1 (Nível 1 – Básico):** Vídeo que explora impactos mais amplos das decisões de engenharia.

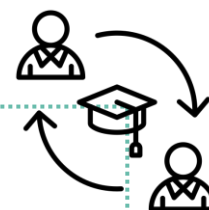


Dica do educador... Utilize vídeos como recursos pré-aula ou autodirigidos; combine com perguntas de reflexão ou questionários para verificar a compreensão.

Pedagogias Híbridas

Esta secção aborda as pedagogias híbridas selecionadas para o Módulo 2, que combinam elementos digitais e presenciais. Estas abordagens ajudam os alunos a ligar a teoria e a prática, combinando a investigação ou preparação online com a aplicação em sala de aula.

Aprendizagem por pares / Revisão por pares



O que é

Os alunos dão feedback e apoiam as ideias ou projetos uns dos outros, aprendendo de forma colaborativa através de insights partilhados.

Atividades do Módulo 2

- **M2-C10-A1 (Nível 1 – Básico):** Discussões entre pares durante a introdução ao design de sistemas.
- **M2-C10-A3 (Nível 3 – Integrado):** Feedback dos colegas sobre os resultados do mapeamento de todo o sistema.

Dica para educadores... Forneça orientações de revisão por pares ou listas de verificação para garantir que o feedback é focado, construtivo e alinhado com os objetivos de aprendizagem.

Aprendizagem baseada na investigação



O que é

Os alunos desenvolvem as suas próprias questões e investigam questões de engenharia relacionadas com os ODS, estimulando a curiosidade e a resolução independente de problemas.

Atividades do Módulo 2

- **M2-C11-A1 (Nível 1 – Básico):** Explorar o impacto mais amplo das decisões de engenharia.
- **M2-C11-A2 (Nível 2 – Avançado):** Investigar a responsabilidade corporativa e as compensações éticas.

Dica do educador... Oriente os alunos para refinar as perguntas para que sejam claras, focadas e pesquisáveis; incentive respostas baseadas na evidência.

Pedagogias Híbridas

Esta secção aborda as pedagogias híbridas selecionadas para o Módulo 2, que combinam elementos digitais e presenciais. Estas abordagens ajudam os alunos a ligar a teoria e a prática, combinando a investigação ou preparação online com a aplicação em sala de aula.

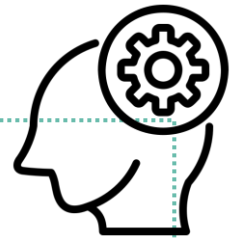
Exercícios de pensamento sistémico

O que é

Ferramentas visuais como diagramas de ciclo causal ou mapas de sistemas ajudam os alunos a explorar a interligação de fatores ambientais, sociais e económicos nos ODS.

Atividades do Módulo 2

- **M2-C10-A2 (Nível 2 – Avançado):** Atividade de mapeamento de todo o sistema.
- **M2-C10-A3 (Nível 3 – Integrado):** Aplicar os mapas de sistemas na prática.
- **M2-C12-A3 (Nível 3 – Integrado):** Reduzir o plástico no campus usando o pensamento sistémico.



Dica para educadores... Forneça exemplos de mapas de sistemas concluídos e facilite discussões em grupo sobre padrões e ciclos de feedback.

Pedagogias na sala de aula

Esta secção apresenta as pedagogias em sala de aula utilizadas no Módulo 3. Estes métodos são concebidos para o ensino presencial e incentivam a aprendizagem interativa e colaborativa. Os educadores encontrarão exemplos de como cada pedagogia apoia o desenvolvimento de competências de liderança sustentáveis.



Aprendizagem baseada em problemas (APB)

O que é

Os alunos encenam cenários para explorar dilemas éticos e desafios de sustentabilidade, desenvolvendo competências de liderança e negociação.

Atividades do Módulo 3

- **M3-C04-A1-R1 (Nível 3 – Integrado):** Trabalho de grupo para identificar impactos do produto considerando as dimensões económica, social e ambiental.

Dica do educador... Enquadre os desafios em torno de produtos ou processos específicos que os alunos conhecem; incentive questionamentos críticos e propostas de soluções.



Aprendizagem baseada em casos

O que é

Os alunos analisam estudos de caso de engenharia com dilemas de sustentabilidade reais ou fictícios, aplicando o conhecimento a exemplos práticos.

Atividades do Módulo 3

- **M3-C05-A2-R2 (Nível 2 – Avançado):** Explorando as fases da ACV, incluindo o inventário e a avaliação de impacto, utilizando exemplos detalhados.

Dica do educador... Oriente os alunos para ligarem os dados do caso com as fases da ACV; utilize listas de verificação para acompanhar elementos-chave, como a definição de objetivos e limites.

Pedagogias na sala de

Esta secção apresenta as pedagogias em sala de aula utilizadas no Módulo 3. Estes métodos são concebidos para o ensino presencial e incentivam a aprendizagem interativa e colaborativa. Os educadores encontrarão exemplos de como cada pedagogia apoia o desenvolvimento de competências de liderança sustentáveis.

Seminário / Debate Socrático



O que é

As discussões estruturadas incentivam os alunos a examinar criticamente os tópicos de sustentabilidade, a desafiar as suposições e a articular argumentos baseados em evidências.

Atividades do Módulo 3

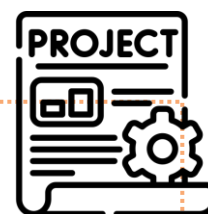
- **M3-C04-A1-R1 (Nível 3 – Integrado):** Debates sobre a priorização de diferentes pilares da sustentabilidade.
- **M3-C05-A2-R2 (Nível 2 – Avançado):** Discutir compensações em metodologias de ACV.

Dica do educador... Utilize perguntas abertas para estimular a discussão; defina expectativas para argumentos baseados em evidências e diálogo respeitoso.

Pedagogias Híbridas

Esta secção aborda as pedagogias híbridas selecionadas para o Módulo 3, que combinam elementos digitais e presenciais. Estas abordagens ajudam os alunos a ligar a teoria e a prática, combinando a investigação ou preparação online com a aplicação em sala de aula.

Aprendizagem baseada em projetos



O que é

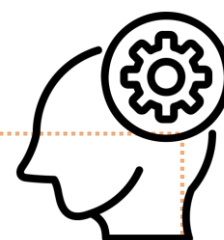
Os alunos envolvem-se em projetos extensos que combinam investigação, análise e apresentação, aplicando métodos de ACV a produtos reais ou hipotéticos.

Atividades do Módulo 3

- **M3-C04-A1-R1 (Nível 3 – Integrado):** Identificar e avaliar os impactos nas dimensões económica, social e ambiental num projeto abrangente.

Dica do educador... Estruture os projetos por fases com marcos; inclua verificações com colegas ou instrutores para manter o ritmo.

Pensamento sistémico



O que é

Os alunos criam representações visuais, como diagramas de ciclos causais ou mapas de sistemas para analisar as ligações e os ciclos de feedback nos ciclos de vida dos produtos.

Atividades do Módulo 3

- Atividades de integração: Mapear os impactos económicos, sociais e ambientais para compreender as interdependências nas avaliações do ciclo de vida.

Dica do educador... Facilitar discussões em grupo sobre padrões identificados nos mapas de sistemas; ligue as descobertas a estratégias de design sustentável.

Pedagogias na sala de aula

Esta secção apresenta as pedagogias em sala de aula utilizadas no Módulo 4. Estes métodos são concebidos para o ensino presencial e incentivam a aprendizagem interativa e colaborativa. Os educadores encontrarão exemplos de como cada pedagogia apoia o desenvolvimento de competências de liderança sustentáveis.



Aprendizagem baseada em problemas (ABP)

O que é

Os alunos trabalham em grupo para resolver desafios de sustentabilidade complexos e reais, aplicando o pensamento crítico e abordagens sistémicas.

Atividades do Módulo 4

- **M4-C03-A3 (Nível 3 – Integrado):** Atividade de integração final onde os alunos propõem estratégias para transformações urbanas sustentáveis.

Dica do educador... Atribua funções diversas ao grupo (por exemplo, facilitador, investigador, anotador) para manter a colaboração organizada e equitativa.

Aprendizagem baseada em casos (ABP)



O que é

Os alunos analisam casos reais ou fictícios de sustentabilidade urbana, ligando a teoria a cenários práticos que envolvem o ODS 11 e as iniciativas urbanas europeias.

Atividades do Módulo 4

M4-C03-A2 (Nível 2 – Avançado): Investigar estudos de caso como Kerkrade, Getafe, Gotemburgo, Budapeste e Amesterdão para compreender desafios e soluções.

Dica do educador... Oriente as discussões com questões que liguem os casos às metas dos ODS; incentive comparações entre casos para extrair lições mais amplas.

Pedagogias na sala de aula

Esta secção apresenta as pedagogias em sala de aula utilizadas no Módulo 4. Estes métodos são concebidos para o ensino presencial e incentivam a aprendizagem interativa e colaborativa. Os educadores encontrarão exemplos de como cada pedagogia apoia o desenvolvimento de competências de liderança sustentáveis.



Design Thinking

O que é
Uma abordagem estruturada que incentiva a criatividade e a empatia na conceção de soluções para os desafios dos ODS através da exploração iterativa.

Atividades do Módulo 4

- **M4-C03-A3 (Nível 3 – Integrado):** Os alunos desenvolvem estratégias inovadoras para a sustentabilidade urbana com base em insights de estudos de caso analisados.

Dica do educador... Utilize ferramentas de prototipagem rápida (por exemplo, esboços, modelos) para ajudar os alunos a visualizar e refinar as suas ideias.

Seminário / Debate Socrático



O que é
Discussões ou debates estruturados onde os alunos examinam criticamente tópicos de sustentabilidade controversos ou complexos, fortalecendo a argumentação e a reflexão.

Atividades do Módulo 4

M4-C02-A2 (Nível 2 – Avançado): Debater compensações de transporte sustentável na Ásia-Pacífico e na Europa, ligando a saúde, a equidade e os ODS.

Dica do educador... Estabeleça regras claras para um diálogo de respeito; utilize perguntas investigativas para levar os alunos para além dos argumentos superficiais.

Pedagogias Digitais

Esta secção destaca as pedagogias digitais aplicadas no Módulo 4, com foco nos métodos online flexíveis que envolvem os alunos com conceitos-chave de sustentabilidade. Estas pedagogias apoiam a aprendizagem a um ritmo próprio e podem complementar as atividades em sala de aula.



Microaprendizagem

O que é

Unidades curtas e focadas de aprendizagem digital, como vídeos, infográficos ou questionários que introduzem ou reforçam conceitos-chave ligados aos tópicos dos ODS.

Atividades do Módulo 4

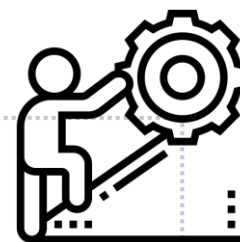
- **M4-C02-A1 (Nível 1 – Básico):** Vídeos e pequenos recursos que apresentam interligações de transporte, saúde e sustentabilidade.
- **M4-C03-A1 (Nível 1 – Básico):** Vídeos que exploram o ODS 11, a Agenda Urbana Europeia e práticas inovadoras de sustentabilidade urbana.
- **M4-C03-A2 (Nível 2 – Avançado):** Vídeos curtos e recursos com estudos de caso europeus sobre sustentabilidade urbana, incluindo Kerkrade, Getafe, Gotemburgo, Budapeste e Amesterdão.

Dica do educador... Combine vídeos de microaprendizagem com perguntas reflexivas ou questionários curtos para reforçar ideias-chave e verificar a compreensão antes de passar para atividades mais aprofundadas.

Pedagogias Híbridas

Esta secção aborda as pedagogias híbridas selecionadas para o Módulo 3, que combinam elementos digitais e presenciais. Estas abordagens ajudam os alunos a ligar a teoria e a prática, combinando a investigação ou preparação online com a aplicação em sala de aula.

Aprendizagem Baseada em Desafios



O que é

Os alunos trabalham em equipas interdisciplinares durante um longo período para enfrentar desafios reais com temas dos ODS, combinando investigação, pensamento crítico e resolução colaborativa de problemas.

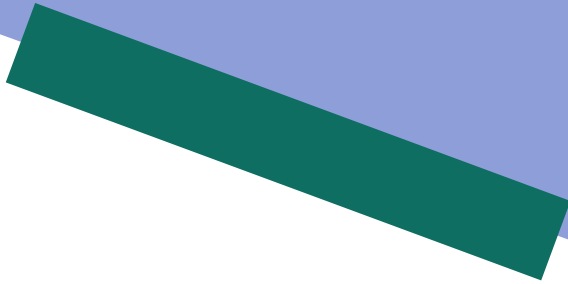
Atividades do Módulo 4

- **M4-C03-A3 (Nível 3 – Integrado):** Atividade de integração final onde os alunos desenvolvem propostas viáveis para cidades sustentáveis, aplicando insights de estudos de caso, discussões e análise de sistemas.

Dica do educador... Enquadre os desafios com questões orientadoras claras e abertas; agende verificações regulares para apoiar o progresso e incentivar as ligações interdisciplinares.



Engineering Education
for a Sustainable Future



www.eesfproject.eu

