



Aprendizagem por Projetos & Mudanças Climáticas

GUIA PARA EDUCADORES

INICIATIVA:

SIEMENS | Stiftung

DESENVOLVIMENTO:



APOIO:



Aprendizagem por Projetos & Mudanças Climáticas

GUIA PARA EDUCADORES

Creative Commons



Atribuição-NãoComercial-Compartilha Igual CC BY-NC-SA

Qualquer parte desta publicação poderá ser compartilhada (cópia e redistribuição do material em qualquer suporte ou formato) e adaptada (remix, transformação e criação a partir do material para fins não comerciais), desde que seja atribuído crédito apropriadamente, indicando quais mudanças foram feitas na obra. Direitos de imagem, de privacidade ou direitos morais podem limitar o uso do material, pois necessitam de autorizações para o uso pretendido.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Aprendizagem por projetos & mudanças climáticas
[livro eletrônico] : guia para educadores /
[Sandra M. Rudella Tonidandel ... [et. al] ;
coordenação científica Roseli de Deus Lopes ;
coordenação pedagógica Irene Karaguilla
Ficheman]. -- São Paulo : EPUSP - Escola
Politécnica, 2025.
PDF

Outros autores: Ana Clara Cassanti, Bruno Backes
Meller, Igor Ogashawara
ISBN 978-65-89190-40-0

1. BNCC - Base Nacional Comum Curricular
 2. Educação ambiental
 3. Interdisciplinaridade na educação
 4. Método de projeto no ensino
 5. Mudanças climáticas
 6. Prática de ensino
 7. STEAM - Programa educacional
- I. Tonidandel, Sandra M. Rudella.
II. Cassanti, Ana Clara. III. Meller, Bruno Backes.
IV. Ogashawara, Igor. V. Lopes, Roseli de Deus.
VI. Ficheman, Irene Karaguilla.

25-304672.2

CDD-371.36

Índices para catálogo sistemático

1. Projeto de ensino : Métodos : Educação 371.36
Cibele Maria Dias - Bibliotecária - CRB-8/9427

EQUIPE

COORDENAÇÃO CIENTÍFICA

Roseli de Deus Lopes | Professora do departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos da Escola Politécnica da USP.

COORDENAÇÃO PEDAGÓGICA

Irene Karaguilla Ficheman | Doutora em Engenharia Elétrica pela Escola Politécnica da USP | Gerente de tecnologias para educação do LSI-TEC.

COMUNICAÇÃO E RELACIONAMENTO

Elena Saggio | Gerente de Comunicação do LSI-TEC.

CRIAÇÃO DE CONTEÚDO

Sandra M. Rudella Tonidandel | Doutora em Educação pela Universidade de São Paulo | Diretora na IniCien Consultoria em Educação.

Ana Clara Cassanti | Mestre em Energia e Ciências Ambientais pela Rijksuniversiteit Groningen | Gerente de projetos educacionais na Ciência Pioneira.

Bruno Backes Meller | Mestre e Doutorando em Física Atmosférica pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

Igor Ogashawara | Doutor e pesquisador Pós-Doutorando do Instituto Leibniz de Ecologia Aquática e Pesca em Águas Interiores.

REVISÃO DE CONTEÚDO

Igor Ogashawara | Doutor e pesquisador Pós-Doutorando do Instituto Leibniz de Ecologia Aquática e Pesca em Águas Interiores.

Badin Borde | Mestre em Artes (MA), Geografia Urbana pela Universidade Humboldt de Berlim. Vice-diretor de Educação na Siemens Stiftung.

Anna Vater | Mestre em Artes (MA), Comunicação e Cooperação Intercultural pela Escola Superior de Munique | Gerente de Projetos de Educação na Siemens Stiftung.

DIAGRAMAÇÃO E EDITORAÇÃO

Giovana Berti Scavroni | Bacharela em Design pela Universidade de São Paulo.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	06	MÓDULO III	34	ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 5	50
MÓDULO I	14	ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 1	35	Oficina criativa: "Criando um plano de ação contra as mudanças climáticas"	
ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 1	15	Experimento: mapa climático da escola		MÓDULO V	52
Observando o tempo do seu bairro		ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 2	36	ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 1	53
ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 2	16	Experimento: investigação do ar que respiramos		Mapeamento dos ODS na escola	
Investigação das fontes locais de emissão de GEE (Gases de Efeito estufa)		ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 3	38	ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 2	54
ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 3	17	Uso de dados digitais obtidos por recursos externos: exploração de imagens de satélite no <i>WorldView</i>		Plano de adaptação climática na escola	
Experimento: construção de miniestufa com algas		ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 4	39	ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 3	56
ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 4	19	Investigando caminhos para limitar o aquecimento global com En-ROADs		Projeto: diagnóstico de riscos climáticos locais	
Modelagem do efeito estufa com CO ₂ gerado em sala de aula		ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 5	41	ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 4	57
ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 5	21	O que o passado nos diz sobre o futuro? Análise gráfica de CO ₂ e temperatura nos últimos 800 mil anos		Oficina: "Quem toma as decisões?" Simulando a governança climática	
Experimento: como nós estamos na era da grande aceleração				ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 5	58
				Criação de uma mini-infraestrutura verde	
MÓDULO II	23	MÓDULO IV	43	MÓDULO VI	60
ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 1	24	ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 1	44	ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 1	61
Energia solar na prática		Ilhas de Calor		Experimento: mapeando áreas verdes da escola e do bairro	
ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 2	25	ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 2	45	ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 2	63
Conforto térmico sustentável nos espaços escolares e comunitários		Jogo de simulação: planejamento contra eventos extremos		Experimento: medindo a infiltração da água em diferentes superfícies	
ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 3	28	ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 3	47	ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 3	64
Investigação: fontes de energia na comunidade		Debate e propostas de soluções baseadas em notícia		Experimento - diagnóstico de vulnerabilidades locais e proposta de adaptação climática	
ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 4	30	ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 4	48		
Simulação: cenários climáticos futuros na região da escola		Debate em sala: "Como as florestas podem salvar o planeta?"			
ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA 5	31				
Campanha escolar: ações sustentáveis no cotidiano					

INTRO- DUÇÃO

COMPETÊNCIAS DA BNCC E A ABORDAGEM STEAM NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Prezados(as) professores(as),

Este handbook foi desenvolvido como um guia prático e complementar ao curso Aprendizagem por Projetos & Mudanças Climáticas, disponível na Plataforma APICE. [↗](#)

Seu objetivo é apoiar a implementação de projetos interdisciplinares que abordem as mudanças climáticas a partir da abordagem STEAM (Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática), promovendo o alinhamento das competências da Base Nacional

Comum Curricular (BNCC) às atividades propostas.

Buscamos oferecer um roteiro claro e acessível para que esses temas possam ser integrados de forma eficaz às aulas, aos laboratórios e às atividades extracurriculares. O material apresenta as competências da BNCC em diálogo com os conteúdos do curso online, trazendo a síntese de cada módulo sob uma perspectiva prática, ancorada em fundamentos conceituais.

A RELEVÂNCIA DA ABORDAGEM STEAM E DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Como já apresentamos no Curso on-line, reforçamos aqui que consideramos que a abordagem STEAM oferece uma excelente oportunidade pedagógica para integrar diversos componentes curriculares, incentivando a resolução de problemas complexos por meio do desenvolvimento de projetos investigativos, do envolvimento dos alunos de forma ativa em seu aprendizado, de práticas experimentais, de desenvolvimento da criatividade e do pensamento crítico. As mudanças climáticas, por sua vez, representam um dos maiores desafios da nossa era, exigindo soluções inovadoras e colaborativas. Ao unir esses dois elementos, podemos desenvolver nos nossos alunos a capacidade de se tornarem agentes de transformação, estimulados e incentivados a se perceberem como participantes ativos, importantes e de grande valor no enfrentamento responsável dos desafios ambientais do século XXI.

COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC E SUA RELAÇÃO COM STEAM E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

As dez competências gerais da BNCC constituem um conjunto essencial de habilidades, atitudes e conhecimentos conceituais interconectados, a serem desenvolvidos ao longo de toda a educação básica. Essas competências estão intrinsecamente relacionadas à abordagem STEAM e à temática das mudanças climáticas, pois promovem uma formação integral e preparam os estudantes para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo.

A seguir, são apresentadas as dez competências da BNCC e suas relações com o ensino por projetos interdisciplinares, articulado à abordagem STEAM e ao contexto das mudanças climáticas:

1. CONHECIMENTO

Valorizar e utilizar os saberes historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

Relação: A abordagem STEAM e o estudo das mudanças climáticas exigem a compreensão de conceitos científicos, tecnológicos e socioambientais. Os alunos precisam adquirir conhecimentos sobre o funcionamento dos ecossistemas, as causas e consequências das mudanças climáticas, as tecnologias de mitigação e adaptação, e as políticas públicas relacionadas ao tema.

Exemplo: Compreender o ciclo do carbono e de outras substâncias na natureza, entender como são produzidos os Gases de Efeito Estufa e as formas de mitigação das consequências do desmatamento no Brasil e no mundo são algumas das inúmeras possibilidades.

2. PENSAMENTO CIENTÍFICO, CRÍTICO

E CRIATIVO

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar ou testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

Relação: A metodologia STEAM incentiva a experimentação, a análise de dados e a busca por soluções inovadoras. O estudo das mudanças climáticas requer a avaliação crítica de informações, a identificação de padrões e a proposição de medidas de mitigação e adaptação.

Exemplo: Realizar experimentos para modelar o efeito estufa, analisar dados de temperatura e precipitação, e propor soluções para reduzir o consumo de energia na escola.

3. REPERTÓRIO CULTURAL

Valorizar e fruir as diversas manifestações artísticas e culturais, das locais às mundiais, e participar de práticas diversificadas da produção artístico-cultural.

Relação: A arte pode ser uma poderosa ferramenta para sensibilizar e engajar os alunos na temática das mudanças climáticas. A produção de obras artísticas, como pinturas, esculturas, músicas e peças teatrais, pode expressar emoções, transmitir informações e promover a reflexão crítica sobre os desafios ambientais, especialmente para questões que causam a eco-ansiedade.

Exemplo: Criar uma instalação artística com materiais reciclados para denunciar o excesso de lixo na cidade, ou compor uma música sobre a importância da preservação da Amazônia, fazer um concurso de arte com tema sobre a devastação das matas nativas.

4. COMUNICAÇÃO

Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras), escrita, corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

Relação: A capacidade de comunicar ideias de forma clara e eficaz é fundamental para disseminar informações sobre as mudanças climáticas e mobilizar a sociedade para a ação. Os alunos precisam aprender a utilizar diferentes linguagens para expressar seus conhecimentos, compartilhar suas experiências e defender seus pontos de vista.

Exemplo: Elaborar um vídeo educativo sobre os impactos das mudanças climáticas na saúde humana, ou apresentar um projeto de pesquisa sobre energias renováveis em uma feira de ciências num formato de pôster. Gravar um *podcast* sobre as soluções propostas pelos alunos.

5. CULTURA DIGITAL

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

Relação: As tecnologias digitais oferecem inúmeras possibilidades para o estudo das mudanças climáticas, desde a análise de dados e a simulação de cenários até a criação de aplicativos e jogos educativos. Os alunos aprendem a utilizar essas ferramentas de forma crítica e ética, para produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer sua cidadania digital.

Exemplo: Utilizar softwares de modelagem climática para simular os impactos do aumento da temperatura global, ou criar um aplicativo para monitorar o consumo de água e energia na escola.

6. TRABALHO E PROJETO DE VIDA

Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.

Relação: O estudo das mudanças climáticas pode despertar nos alunos o interesse por carreiras relacionadas à sustentabilidade, como engenharia ambiental, energias renováveis, agricultura orgânica e gestão de recursos naturais. É importante que os alunos tenham a oportunidade de conhecer diferentes profissões e de desenvolver habilidades que lhes permitam construir um futuro sustentável.

Exemplo: Construir um projeto para recompor a área verde de uma localidade e obter dados,

fazer a análise e apresentar os resultados para a comunidade, participar de um projeto de reflorestamento em uma área degradada, ou entrevistar profissionais que atuam na área de sustentabilidade.

7. ARGUMENTAÇÃO

Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

Relação: A capacidade de argumentar com base em evidências é fundamental para defender políticas públicas e ações que visem mitigar as mudanças climáticas. A argumentação científica, cuja característica mais importante é o uso de dados validados pela comunidade científica, se for desenvolvida pelos alunos, desperta a reflexão sobre notícias falsas ou verdadeiras, pois os alunos aprendem como questionar os dados que baseiam a afirmação. Os alunos precisam aprender a analisar dados, interpretar informações e construir argumentos válidos para defender seus pontos de vista e influenciar as decisões da sociedade.

Exemplo: Participar de um debate sobre a importância da criação de unidades de conservação, apresentar as conclusões de seu projeto científico numa feira de ciências, ou escrever um artigo de opinião sobre os benefícios da energia solar.

8. AUTOCONHECIMENTO E AUTOCUIDADO

Conhecer-se, apreciar-se e cuidar de sua saúde física e emocional, reconhecendo suas emoções e as dos outros, com autocrítica e capacidade para lidar com elas.

Relação: As mudanças climáticas podem gerar sentimentos de ansiedade, medo e desesperança. É importante que os alunos aprendam a lidar com essas emoções, desenvolvendo habilidades de resiliência e autocuidado. Além disso, é fundamental que os alunos se conheçam e valorizem suas próprias capacidades, para que possam contribuir de forma significativa para a construção de um futuro sustentável. Portanto, ao trazer esses temas para a escola os professores podem incentivar os alunos a cuidarem da vida e da qualidade de vida do coletivo.

Exemplo: Participar de atividades de *mindfulness* e meditação, ou criar um grupo de apoio para discutir os desafios emocionais relacionados às mudanças climáticas.

9. EMPATIA E COOPERAÇÃO

Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza.

Relação: As mudanças climáticas afetam de forma desigual diferentes grupos sociais, exacerbando as desigualdades existentes. É fundamental que os alunos desenvolvam a empatia e a cooperação, para que possam trabalhar juntos na construção de soluções justas e inclusivas. Além disso, no caso das mudanças climáticas não há uma solução individual, ou de uma cidade ou de um país, pois estamos todos interligados. Isso estimula fortemente a ideia da necessidade de cooperação entre as pessoas.

Exemplo: Participar de um projeto de apoio a comunidades vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas, ou promover um debate sobre a importância da justiça climática.

10. RESPONSABILIDADE E CIDADANIA

Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários.

Relação: A ação individual e coletiva é fundamental para enfrentar as mudanças climáticas. Os alunos precisam aprender a tomar decisões responsáveis, baseadas em princípios éticos e sustentáveis, e a agir de forma autônoma e colaborativa na construção de um futuro melhor para todos.

Exemplo: Organizar um mutirão de limpeza em um rio ou praia, ou participar de uma manifestação em defesa do meio ambiente. Organizar ações e projetos na escola para adaptação climática ou mitigação de Gases de Efeito Estufa (GEEs - como CO₂, Metano, dentre outros). Criar soluções criativas, nos laboratórios das escolas, nos pátios ou nos projetos coletivos para melhorar o microclima da região, a poluição e a qualidade de vida são possibilidades importantes.

COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS POR SEGMENTO E SÉRIE

A seguir, detalharemos como essas competências gerais se manifestam em cada segmento e série da educação básica, com exemplos práticos de atividades que podem ser desenvolvidas em sala de aula, nos laboratórios e em projetos interdisciplinares. Ao lado dos exemplos de cada componente curricular, indicaremos os objetivos de aprendizagem que podem ser desenvolvidos pelos alunos nas questões propostas. Cada objetivo está identificado por um código alfanumérico cuja composição é explicada no documento da BNCC (Base Nacional Comum Curricular). Lembramos que as siglas que representam esses objetivos de aprendizagem na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) são códigos que indicam a etapa de ensino, o componente curricular e

a habilidade específica. Pelos critérios utilizados, as duas primeiras letras indicam a etapa (EF para Ensino Fundamental, EM para Ensino Médio). As letras seguintes indicam o componente curricular (LP para Língua Portuguesa, GE para Geografia etc.). O restante do código indica a sequência da habilidade dentro do componente curricular.

ENSINO FUNDAMENTAL (9º ANO)

CIÊNCIAS (EF09CI06)

Concluir que, em diferentes ambientes, a manutenção da vida depende do fluxo de energia que percorre as cadeias e teias alimentares, e da ação de decompositores.

Relação: Compreender como as mudanças climáticas afetam os ecossistemas, alterando as cadeias e teias alimentares, e como a perda de biodiversidade pode comprometer a resiliência dos sistemas naturais.

Exemplo: Investigar os impactos do aumento da temperatura nos recifes de coral, ou analisar como o desmatamento afeta a disponibilidade de alimentos para os animais da floresta. Propor ações para conservação dos ecossistemas.

GEOGRAFIA (EF09GE12)

Analisar a atuação das organizações mundiais nos contextos de conflitos internacionais e de crises ambientais, econômicas e humanitárias.

Relação: Estudar o papel do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) na produção de conhecimento científico sobre o clima, e analisar as negociações internacionais para a redução das emissões de gases de efeito estufa.

Exemplo: Simular uma conferência da ONU (Mini-COP) sobre o clima, com os alunos representando diferentes países e defendendo seus interesses.

ENSINO MÉDIO

CIÊNCIAS DA NATUREZA (EM13CNT101)

Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, as transformações e conservações em sistemas que envolvem quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.

Relação: Compreender os princípios da termodinâmica e da conservação de energia, e aplicá-los na análise de sistemas energéticos, como usinas hidrelétricas, parques eólicos e painéis solares.

Exemplo: Projetar um sistema de energia renovável para a escola, levando em consideração a eficiência, o custo e o impacto ambiental.

MATEMÁTICA (EM13MAT502)

Investigar e comparar as diversas formas de representação de funções polinomiais de 1º grau, incluindo gráficos, tabelas e expressões algébricas, identificando os parâmetros (coeficientes) que as definem e relacionando-os com suas propriedades (constante, taxa de variação) para resolver problemas que envolvam o estudo do comportamento linear entre duas grandezas.

Relação: Interpretar as funções lineares na modelagem do aumento da temperatura global ao longo do tempo, e analisar como diferentes cenários de emissão de gases de efeito estufa podem afetar o clima futuro.

Exemplo: Compreender os modelos usados pelo IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Em inglês, *Intergovernmental Panel on Climate Change*, organização científica internacional que avalia dados e fornece evidências científicas sobre as mudanças climáticas para advertir sobre os aumentos de temperatura e as consequências para o planeta. Criar um modelo matemático para prever o aumento do nível do mar em diferentes regiões do planeta, com base em dados históricos e projeções futuras. (Mini-COP) sobre o clima, com os alunos representando diferentes países e defendendo seus interesses.

CIÊNCIAS HUMANAS (EM13CHS202)

Analisar e avaliar os impactos das tecnologias na organização do espaço geográfico, nos processos de produção e consumo, nas relações sociais e na comunicação, promovendo o uso crítico e ético dessas tecnologias.

Relação: Avaliar o papel das tecnologias na produção de energia, na agricultura, na indústria e nos transportes, e analisar como o uso de tecnologias mais limpas e eficientes pode contribuir para a mitigação das mudanças climáticas.

Exemplo: Debater sobre os impactos da agricultura intensiva no desmatamento e na emissão de gases de efeito estufa, e propor alternativas para uma produção agrícola mais sustentável.

EXEMPLOS DE ATIVIDADES INTERDISCIPLINARES

Para ilustrar como as competências da BNCC podem ser integradas à abordagem STEAM e à temática das mudanças climáticas, apresentamos alguns exemplos de atividades interdisciplinares que podem ser desenvolvidas em sala de aula, nos laboratórios e em projetos extracurriculares:

I. CONSTRUÇÃO DE UMA MINIESTUFA

COM ALGAS

Componentes curriculares: Ciências (EFAF), Biologia (EM), Química (EM), Artes (EFAF e EM).

Competências: Compreender como a fotossíntese promove a diminuição de CO₂ da atmosfera, analisar estratégias naturais de mitigação climática, quantificar variações experimentais e interpretar seus efeitos.

Atividade prática: Os alunos montam pequenos biorreatores com algas e discutem como o crescimento delas ocorre através da fotossíntese, o que inclui o consumo de CO₂ atmosférico. Para quantificar a remoção de CO₂, deve-se medir variações de massa de algas.

Conexão com a BNCC: Desenvolvimento do pensamento científico, crítico e criativo, aplicação de métodos experimentais, comunicação de dados e construção de argumentação científica.

II. MODELAGEM DO EFEITO ESTUFA

Componentes curriculares: Ciências (EFAF), Biologia (EM), Química (EM), Artes (EFAF e EM).

Competências: Compreender como a fotosíntese promove a diminuição de CO₂ da atmosfera, analisar estratégias naturais de mitigação climática, quantificar variações experimentais e interpretar seus efeitos.

síntese promove a diminuição de CO₂ da atmosfera, analisar estratégias naturais de mitigação climática, quantificar variações experimentais e interpretar seus efeitos.

Atividade prática: Os alunos montam pequenos biorreatores com algas e discutem como o crescimento delas ocorre através da fotossíntese, o que inclui o consumo de CO₂ atmosférico. Para quantificar a remoção de CO₂, deve-se medir variações de massa de algas.

Conexão com a BNCC: Desenvolvimento do pensamento científico, crítico e criativo, aplicação de métodos experimentais, comunicação de dados e construção de argumentação científica.

III. ANÁLISE GRÁFICA DA “GRANDE

ACELERAÇÃO”

Componentes curriculares: Geografia, História, Sociologia, Matemática.

Competências: Interpretar dados de séries temporais relacionadas a mudanças ambientais, relacionar atividades humanas à intensificação de impactos climáticos, criar painéis e representações gráficas que evidenciem essas transformações.

Atividade prática: Os alunos analisam gráficos extraídos do material (como os da Figura 9 e 11 do curso) e discutem como variáveis humanas (população, consumo de energia, desmatamento) se relacionam com indicadores do sistema terrestre (temperatura, nível do mar, acidez dos oceanos).

Conexão com a BNCC: Interpretação de indicadores ambientais e sociais, análise e construção de argumentos baseados em dados, produção de painéis e materiais explicativos.

PREZADOS,

ESPERAMOS QUE ESTE MATERIAL SEJA ÚTIL E INSPIRADOR PARA VOCÊS!

Este handbook é um convite para que vocês, professores, se tornem protagonistas na construção de um futuro mais sustentável. Ao integrar as competências da BNCC, a abordagem STEAM e a temática das mudanças climáticas, vocês estarão capacitando seus alunos a se tornarem cidadãos conscientes, críticos e engajados, capazes de transformar o mundo ao seu redor.

Na sequência, apresentaremos as atividades práticas e os exemplos de projetos relacionados aos módulos do curso on-line que podem ser desenvolvidos em sala de aula, nos laboratórios e em projetos interdisciplinares. Há atividades para alunos do ensino fundamental anos finais, especialmente 9^{os} anos e para alunos do ensino médio. Você poderá adaptar as propostas às diferentes faixas etárias, bem como aos materiais disponíveis e ao tempo de que sua escola dispõe, conforme suas necessidades.

MÓDULO I

INTRODUÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E STEAM

| OBSERVANDO O TEMPO DO SEU BAIRRO**UNIDADE 2****OBJETIVO**

Estimular a observação sistemática do tempo para reconhecer padrões e eventos extremos locais, aproximando os alunos dos métodos científicos usados no estudo da meteorologia.

**CONTEÚDO CONCEITUAL**

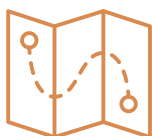
Tempo meteorológico e observação científica.

**LOCAL**

Pátio da escola, casa dos alunos, sala de aula.

**MATERIAL NECESSÁRIO**

Termômetro simples, pluviômetro caseiro, caderno de registros, câmera (opcional).

**ESTRATÉGIAS**

Durante duas semanas, os alunos registram diariamente as condições do tempo: temperatura, presença de nuvens, ocorrência

de chuva, vento e umidade relativa (quando possível). Para esse registro, o professor deve estabelecer a forma de registro (caderno, on-line, planilha), horário, rodízio de quem deve fazer isso, agrupamentos e discutir como se faz esse registro.

- Os alunos precisam entender como se lê os instrumentos, quais são as unidades, conceitos de precisão. Explicar por que devem ser lidos os dados sempre no mesmo horário (combinado entre alunos e professor).
- Além disso, podem coletar registros antropológicos da comunidade escolar como observações de comportamentos, vestimenta, relatos, fotos, que estejam relacionadas ao tempo.
- Ao fim do período, a partir das tabelas e das planilhas, devem construir gráficos para identificar padrões e variações meteorológicas.
- Em grupos, os alunos cruzam e analisam a relação entre os dados meteorológicos e os dados antropológicos. Os grupos devem utilizar o tempo para explicar relatos, fotos e observações de comportamento.

**DISCUSSÃO**

- Como o tempo impacta ou determina nossas vidas?
- Como diferentes bairros ou áreas da cidade experimentam o tempo de maneira diferente?
- Há relação entre condições locais (vegetação, construções, relevo) e os dados observados?
- Como essas observações podem ajudar a pensar em medidas de adaptação local?
- As temperaturas indicam clima ou tempo? Elas mudam conforme o local?



ODS RELACIONADAS



Educação de Qualidade | Promover o pensamento crítico e científico.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Incentivar a observação e compreensão de eventos climáticos locais.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Observar e registrar fenômenos meteorológicos locais.
- Relacionar aspectos ambientais ao cotidiano da comunidade.
- Analisar dados meteorológicos para propor reflexões sobre adaptação local.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- Conhecimento** | Compreensão de fenômenos naturais e sua relação com o cotidiano.
- Pensamento científico, crítico e criativo** | Interpretação de dados e reconhecimento de padrões meteorológicos.
- Empatia e cooperação** | Consideração das vivências da comunidade escolar.
- Responsabilidade e cidadania** | Compreensão do papel social da ciência na adaptação climática.

ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA

02

INVESTIGAÇÃO DAS FONTES LOCAIS DE EMISSÃO DE GEE (GASES DE EFEITO ESTUFA)



UNIDADE 4



OBJETIVO

Identificar fontes de emissão de gases de efeito estufa no entorno da escola ou da comunidade.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Fontes de emissão de gases de efeito estufa.



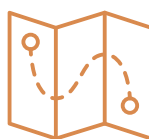
LOCAL

Escola e seus entornos.



MATERIAL NECESSÁRIO

Caderno de campo, câmera (ou celular), mapas locais.



ESTRATÉGIAS

Alunos fazem um levantamento, em sala de aula, com discussão coletiva com o professor e pesquisas, das fontes de emissão no bairro (veículos, áreas de descarte, gás de cozinha,

indústrias, uso de fertilizantes etc.).

Analisam os dados com base nos conhecimentos adquiridos sobre GEE no curso on-line ou que o professor disponibilizou.

Discutem em grupos quais seriam ações para diminuir a emissão desses GEEs na região pesquisada.

Podem fazer uma campanha envolvendo a comunidade local.

Podem fazer um jornal para acompanhar a diminuição de GEEs.



DISCUSSÃO

Discutir quais fontes predominam, sua relação com os setores econômicos e pensar em ações locais de mitigação.

Discutir a relevância e alcance destas propostas de mitigação locais frente a políticas públicas de maior escala e impacto.



ODS RELACIONADAS



Cidades e Comunidades Sustentáveis | Incentivar práticas locais para melhorar o ambiente urbano.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Identificar fontes de emissão e propor mitigação.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

Investigar fontes locais de emissão de GEE.

Relacionar atividades humanas com emissões de gases de efeito estufa.

Propor ações de mitigação baseadas no diagnóstico local.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

Conhecimento | Compreensão das causas e efeitos da emissão de GEE.

Pensamento científico, crítico e criativo | Análise de dados observacionais para propor soluções.

Projeto de vida | Engajamento em ações locais de transformação.

Responsabilidade e cidadania | Atuação em prol de melhorias no entorno.

ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA

03

EXPERIMENTO: CONSTRUÇÃO DE MINIESTUFA COM ALGAS



UNIDADE 6



OBJETIVO

Demonstrar como organismos fotossintetizantes podem capturar CO₂ e impactar nas mudanças climáticas.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Remoção de gases de efeito estufa e fotossíntese; ciclo do carbono.



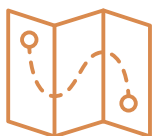
LOCAL

Sala de aula ou laboratório.



MATERIAL NECESSÁRIO

Recipiente transparente (garrafa PET ou aquário), água, fertilizante para o crescimento de algas (opcional: considerar que sua produção gera gases de efeito estufa), algas verdes (como espirulina em pó adquirida em casas de produtos naturais), e balança.



ESTRATÉGIAS

Construir pequenos biorreatores com algas e discutir como ocorre seu crescimento por meio da fotossíntese, que inclui o consumo de CO₂ atmosférico. Para quantificar a remoção de CO₂ do ambiente, devem ser medidas as variações na massa das algas.

Etapa inicial

Posicione o recipiente em uma área bem iluminada, mas evite o sol direto para diminuir a evaporação.

- Encha cerca de $\frac{2}{3}$ do recipiente com água limpa.
- Com uma balança, pese a massa inicial de espirulina que será adicionada ao biorreator.
- Adicione a quantidade inicial de espirulina.
- Tampe o recipiente e deixe pequenas entradas de ar para permitir a entrada de ar e impedir evaporação excessiva.
- Tire uma foto do recipiente e anote, numa etiqueta, o dia de início do experimento.

Etapa final

- Após alguns dias ou semanas, quando o recipiente estiver significativamente mais verde em comparação com a foto inicial, deve-se secar o recipiente para pesar a massa de algas final.
- Filtre o conteúdo da garrafa usando um coador de pano, papel-filtro ou peneira fina para separar as algas da água.
- Transfira o material retido para um prato ou bandeja forrada com papel toalha.
- Deixe secar ao ar por 24 a 48 horas em local ventilado e protegido do sol direto ou coloque em estufa/sob uma lâmpada de calor por algumas horas (se disponível).
- Quando as algas estiverem completamente secas, remova-as cuidadosamente.
- Utilize uma balança para pesar a massa seca de algas final.



DISCUSSÃO

- Relacionar o experimento ao projeto apresentado na COP 28: por que as algas são capazes de remover CO₂ da atmosfera? Discutir o processo de fotossíntese e a relação com a respiração das algas.
- Como tecnologias ou soluções baseadas na natureza podem ser aplicadas em escala maior?
- Como a utilização de algas pode gerar créditos de carbono?
- Quais são os limites desse tipo de estratégia para combater o aquecimento global?
- Quais outras formas de remoção de CO₂ você conhece e propõe? Compare com a disponibilização e construção dos biorreatores de algas.



ODS RELACIONADAS



Consumo e Produção Responsáveis | Relacionar crescimento biológico à captura de CO₂.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Estimular o uso de soluções baseadas na natureza.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Compreender a fotossíntese como processo de remoção de CO₂ do ambiente e crescimento da biomassa.
- Analisar estratégias naturais de mitigação climática e como se pode utilizar a solução para a sociedade e o ambiente.
- Quantificar variações experimentais e interpretar seus efeitos.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- Conhecimento** | Relação entre processos biológicos e impactos climáticos.
- Pensamento científico, crítico e criativo** | Aplicação de métodos experimentais e resolução de problemas.
- Comunicação** | Relato de dados e construção de argumentação científica.
- Responsabilidade e cidadania** | Compreensão das limitações e potencialidades das soluções naturais.

ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA

04

MODELAGEM DO EFEITO ESTUFA COM CO₂ GERADO EM SALA DE AULA



UNIDADE 3



OBJETIVO

Demonstrar experimentalmente como a presença de gás carbônico (CO₂) na atmosfera intensifica o aquecimento, simulando o efeito estufa.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Efeito estufa, CO₂ atmosférico, aquecimento global.



LOCAL

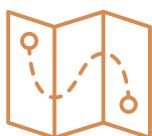
Laboratório escolar ou sala com boa ventilação e acesso à luz solar ou lâmpada de calor.



MATERIAL NECESSÁRIO

- 4 garrafas PET (duas de 2 L e duas de 250 ml) com tampas furadas, limpas e transparentes.
- 2 termômetros analógicos ou digitais.
- 1 mangueira de látex de aproximadamente 50 cm para ligações entre as garrafas.
- Cola de silicone ou massa epóxi para vedação

- 200 g de bicarbonato de sódio.
- 500 ml de vinagre (ácido acético comum).
- Fita adesiva e etiquetas para identificação das garrafas.
- Lâmpada incandescente de 100 W.
- Cronômetro ou relógio.
- Funil (opcional).



ESTRATÉGIAS

Montagem

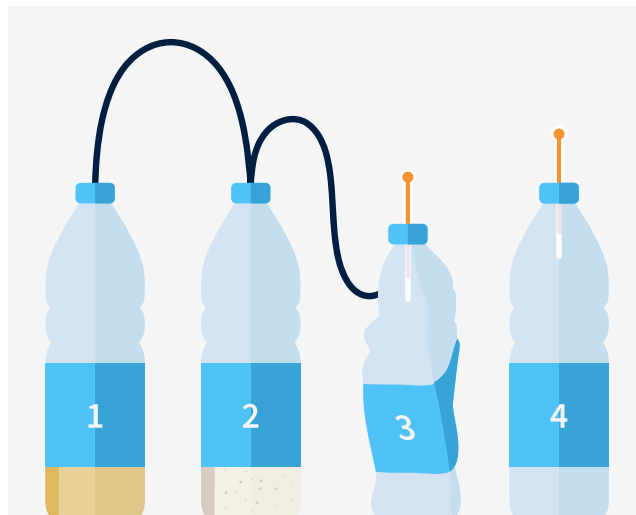
1. Preparação dos frascos

Numere as garrafas:

- Garrafa 1: 250 ml com vinagre.
- Garrafa 2: 250 ml com bicarbonato de sódio.
- Garrafa 3: 2 L – será preenchida com CO₂.
- Garrafa 4: 2 L – permanecerá com ar ambiente (controle).

2. Montagem do sistema de geração de CO₂

- Conecte a garrafa 1 (vinagre) à garrafa 2 (bicarbonato), e a garrafa 2 à garrafa 3 (ar rico em CO₂) utilizando a mangueira para ligação, e vedando bem com cola de silicone. Os furos podem ser feitos com prego quente ou ferro de solda.
- Faça um furo em cada tampa das garrafas 3 (ar rico em CO₂) e 4 (ar atmosférico), e coloque um termômetro dentro de cada garrafa, passando-os pela tampa e vedando bem para não haver troca de gases. Antes de fechar a garrafa 3, amasse-a para remover boa parte do ar de dentro e deixar espaço para o CO₂ ocupar.
- Certifique-se de que existem dois sistemas fechados: um com as garrafas 1, 2 e 3, e outro apenas com a garrafa 4.



3. Geração do CO₂

- Despeje o vinagre da garrafa 1 lentamente na garrafa 2 para iniciar a reação.
- Parte do CO₂ gerado será transferido para a garrafa 3, que deve encher lentamente.

Execução

1. Exposição ao calor

- Coloque as garrafas 3 (com CO₂) e 4 (controle) próximas (poucos centímetros) da lâmpada de calor, mantendo a mesma distância da fonte de calor, ou em local ensolarado.
- Inicie o cronômetro e registre a temperatura inicial de cada garrafa.

2. Coleta de dados

- A cada 1 ou 2 minutos, registre a temperatura nos dois frascos.
- Continue por cerca de 15 a 20 minutos.

Resultado esperado

A garrafa com CO₂ (garrafa 3) deverá atingir uma temperatura mais alta do que a com ar ambiente, evidenciando a capacidade do CO₂ de absorver e reter calor.



DISCUSSÃO

- Por que o frasco com CO₂ aqueceu mais?
- O que isso nos mostra sobre o papel do CO₂ no efeito estufa?
- A partir dos resultados das diferenças de temperatura, discutir como a atmosfera retém calor e qual o papel dos gases de efeito estufa nesse processo. Como o aumento de emissões de CO₂ na atmosfera contribui para o aquecimento global?
- Que soluções podem reduzir essas emissões ou seus efeitos?

Referência para o experimento completo:

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro; DORN, Rejane Cristina. Efeito estufa usando material alternativo. Química Nova na Escola, v. 37, n. 2, p. 153-157, 2015.

<http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20150033>



ODS RELACIONADAS



Educação de Qualidade | Aplicar conhecimentos científicos em situações reais.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Compreender os mecanismos do aquecimento global.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Demonstrar o funcionamento do efeito estufa por meio de experimentos.
- Relacionar a retenção de calor com gases

atmosféricos.

- Analisar os impactos do efeito estufa nas mudanças climáticas.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- Conhecimento** | Compreensão dos mecanismos do clima.
- Pensamento científico, crítico e criativo** | Interpretação de experimentos e seus resultados.
- Autoconhecimento e autocuidado** | Reflexão sobre os efeitos climáticos na vida humana.
- Projeto de vida** | Discussão sobre responsabilidade ambiental.

ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA

05

EXPERIMENTO: COMO NÓS ESTAMOS NA ERA DA GRANDE ACELERAÇÃO



UNIDADE 5



OBJETIVO

Analisar graficamente o conceito da “Grande Aceleração” relacionando dados históricos sobre ação humana e mudanças no sistema terrestre.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Ação antrópica, mudanças no sistema terrestre, análise de séries temporais.



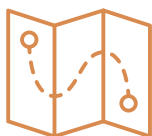
LOCAL

Sala de informática, sala de aula com computadores, notebooks ou dispositivos computacionais como tablets, chromebooks ou similares com acesso à internet.



MATERIAL NECESSÁRIO

Computador (laptops) com acesso à internet, planilhas com dados (ou gráficos da Figura 9 e Figura 11 do Módulo I), cartolina, canetas.



ESTRATÉGIAS

- Os alunos analisam gráficos extraídos do material (como os da Figura 9 e 11) e discutem como variáveis humanas (população, consumo de energia, desmatamento) se relacionam com indicadores do sistema terrestre (temperatura, nível do mar, acidez dos oceanos).
- Criação de painéis temáticos ou criar infográficos explicativos com base nos dados para apresentassem como em uma bancada de um telejornal onde familiares dos alunos assistirão.



DISCUSSÃO

- O que significa viver em uma época de aceleração? Que tipo de decisões sociais e políticas levaram a esse cenário?
- Como podemos reverter algumas dessas tendências?
- Que tipo de relações sociais e ambientais poderíamos viver caso não estivéssemos vivendo na época da grande aceleração?



ODS RELACIONADAS



Consumo e Produção Responsáveis | Analisar impactos de padrões de consumo.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Refletir sobre as consequências da ação humana.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Interpretar dados de séries temporais relacionadas a mudanças ambientais.
- Relacionar atividades humanas à intensificação de impactos climáticos.
- Criar painéis e representações gráficas que evidenciem essas transformações.
- Comunicação da interpretação de dados.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- Conhecimento** | Interpretação de indicadores ambientais e sociais.
- Pensamento científico, crítico e criativo** | Análise e construção de argumentos baseados em dados.
- Comunicação** | Produção de painéis e materiais explicativos.
- Responsabilidade e cidadania** | Reflexão sobre impactos da ação humana e caminhos para a sustentabilidade.

MÓDULO II

ADAPTAÇÃO E MITIGAÇÃO

| ENERGIA SOLAR NA PRÁTICA



UNIDADES 1 E 3



OBJETIVO

Compreender o funcionamento das placas solares e sua aplicação na geração de energia limpa, analisando sua eficiência em diferentes condições.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Energia solar, conversão de energia, eficiência energética, sustentabilidade.



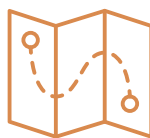
LOCAL

Laboratório ou sala de aula.



MATERIAL NECESSÁRIO

Placas solares em miniatura, multímetro, lâmpada halógena ou LED de alta potência (para simular o Sol), suportes ajustáveis para inclinação, cronômetro, planilhas de medição.



ESTRATÉGIAS

- Dividir os alunos em grupos.
- Posicionar placas solares feitas em sala de aula (<https://www.youtube.com/watch?v=bA-tRZfjdb3s>) sob diferentes ângulos e fontes de luz para observar variações na produção de energia.
- Medir tensão e corrente geradas em diferentes condições (ângulo de inclinação, intensidade da luz, sombra).
- Calcular a eficiência e estimar economia de energia em diferentes cenários (ex.: uso residencial, escolas).
- Registrar as medidas em planilhas e tabelas.
- Construir gráficos quando possível.
- Discutir como a energia solar pode contribuir para a mitigação das mudanças climáticas e para a autonomia energética em contextos locais.



DISCUSSÃO

- Qual a eficiência dos painéis em diferentes ângulos e fontes de luz?
- Como essa tecnologia pode ser aplicada em nossas casas, escolas ou comunidades?
- Que barreiras existem para a adoção da energia solar?
- Qual o impacto do uso dessa fonte de energia na redução da emissão de gases de efeito estufa?



ODS RELACIONADAS



Educação de Qualidade | Promover educação inclusiva e equitativa com foco em sustentabilidade.



Energia Acessível e Limpa | Garantir o acesso confiável, sustentável e moderno à energia.



Consumo e Produção Responsáveis | Incentivar práticas sustentáveis de produção e consumo de energia.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Promover a conscientização e a ação climática por meio da educação.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Compreender conceitos físicos aplicados à geração de energia renovável.
- Realizar experimentos com metodologias científicas e fazer análise de dados.
- Aplicar conhecimentos para propor soluções energéticas sustentáveis.
- Estimular o pensamento crítico sobre escolhas energéticas e seus impactos.
- Incentivar a cultura científica e a tomada de decisões baseadas em evidências.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- Conhecimento** | Compreensão de conceitos

científicos relacionados à energia e sustentabilidade.

- Pensamento científico, crítico e criativo** | Análise de dados, formulação de hipóteses e resolução de problemas práticos.
- Repertório cultural** | Reflexão sobre o uso da energia solar em diferentes contextos e culturas.
- Comunicação** | Apresentação e discussão de resultados, argumentos e propostas em grupo.
- Responsabilidade e cidadania** | Discussão sobre o papel de cada cidadão na transição energética sustentável.
- Empatia e cooperação** | Trabalho em equipe e colaboração na busca de soluções comuns.
- Autoconhecimento e autocuidado** | Reconhecimento dos benefícios da energia limpa para a saúde e o bem-estar coletivo.

ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA

02

CONFORTO TÉRMICO SUSTENTÁVEL NOS ESPAÇOS ESCOLARES E COMUNITÁRIOS



UNIDADES 1 E 4



OBJETIVO

Compreender como fatores ambientais (temperatura, umidade, ventilação) influenciam o conforto térmico e propor soluções sustentáveis que favoreçam o bem-estar em ambientes escolares e comunitários.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Conforto térmico, adaptação climática, sustentabilidade ambiental, consumo consciente de energia.



LOCAL

Sala de aula e/ou diferentes ambientes da escola ou da comunidade (pátio, salas, estabelecimentos, áreas públicas).



MATERIAL NECESSÁRIO

Termômetro, higrômetro, anemômetro, planilhas para coleta de dados, câmera ou celular (opcional, para registrar locais analisados).

Desde 2020, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) utiliza o Índice Termoclimático Universal (UTCI) para o cálculo do conforto térmico. O UTCI é um índice usado para avaliar o estresse térmico percebido pelo corpo humano em diferentes condições ambientais. Ele leva em consideração quatro variáveis principais:

- **Temperatura do ar (TA)** em °C
- **Temperatura radiante média (TA^{ad})** em °C
- **Velocidade do vento** em m/s, medida a 10 metros de altura (pode ser ajustada para 1,1 m para efeitos fisiológicos)
- **Umidade do ar** representada como pressão de vapor (hPa) ou umidade relativa (%)

O UTCI não tem uma fórmula simples como outros índices. Ele é calculado a partir de um modelo matemático complexo baseado na interação entre o ambiente e a fisiologia humana. A equação é uma regressão polinomial de alta ordem com mais de 200 termos, difícil de apli-

car manualmente.

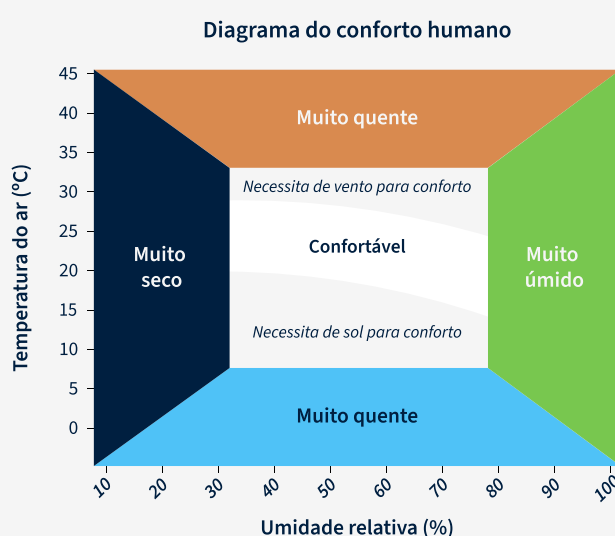
Para o cálculo do UTCI pode-se utilizar uma ferramenta online como a UTCI Calculator fornecida pelo Centre for Human Biometeorology https://www.utci.org/utci_calc.php

O resultado do UTCI é dado em °C e podemos relacionar o conforto térmico de acordo com o resultado e a classificação da tabela abaixo:

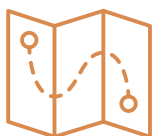
UTCI (°C)	Classificação de Stress
Superior a +46	Stress por calor extremo
+38 a +46	Stress por calor muito elevado
+32 a +38	Stress por calor elevado
+26 a +32	Stress por calor moderado
+9 a +26	Sem stress térmico
0 a +9	Stress por frio ligeiro
0 a -13	Stress por frio moderado
-13 a -27	Stress por frio elevado
-27 a -40	Stress por frio muito elevado
Inferior a -40	Stress por frio extremo

Fonte: INMET (https://portal.inmet.gov.br/uploads/icones/Conforto_t%C3%A9rmico_inmet.pdf)

Uma forma mais simples para identificar o conforto térmico é o uso do **Diagrama do Conforto Humano** que é uma ferramenta gráfica usada para identificar condições ambientais em que a maioria das pessoas se sente termicamente confortável:



Utilizando os dados para sua região, teste se o conforto térmico calculado usando o UTCI corresponde com o obtido com o uso do diagrama.



ESTRATÉGIAS

- Dividir os alunos em grupos e distribuir os instrumentos de medição.
- Escolher diferentes ambientes (internos e externos) para análise de conforto térmico.
- Medir temperatura, umidade relativa do ar e circulação do ar em cada local.
- Observar e registrar as características físicas dos espaços (presença de ventilação natural, vegetação, materiais de construção, tipo de vestimenta usada pelas pessoas etc.).
- Comparar os dados e identificar os fatores que influenciam o conforto.
- Criar propostas de adaptação e mitigação, como mudanças no vestuário, design dos ambientes, filtros ou pinturas para os ambientes ou campanhas de uso consciente do ar-condicionado.



DISCUSSÃO

- Em quais espaços as pessoas relataram maior ou menor conforto térmico? O que o grupo acredita que causou essa percepção?
- Como a arquitetura, o vestuário ou a vegetação podem influenciar o conforto térmico?
- Quais mudanças simples poderiam ser adotadas para melhorar o conforto e reduzir o consumo de energia?
- Como conciliar bem-estar e sustentabilidade em ambientes urbanos e escolares?
- As cores estão influenciando o conforto térmico?



ODS RELACIONADAS



Saúde e Bem-Estar | Promover ambientes saudáveis que favoreçam o bem-estar físico e mental.



Cidades e Comunidades Sustentáveis | Tornar os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.



Consumo e Produção Responsáveis | Incentivar padrões sustentáveis de consumo de energia, sobretudo em escolas e empresas.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Promover ações de adaptação e mitigação climática em escala local.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Investigar e interpretar dados ambientais com uso de instrumentos científicos.
- Analisar criticamente a relação entre clima, bem-estar humano e consumo de energia.
- Propor soluções práticas e sustentáveis para o cotidiano escolar e comunitário.
- Aplicar conhecimentos científicos em contextos reais e próximos da realidade dos alunos.
- Refletir sobre a importância do design, vestuário e hábitos cotidianos para o conforto climático.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- **Conhecimento** | Compreensão de conceitos relacionados ao clima, saúde, bem-estar e eficiência energética.
- **Pensamento científico, crítico e criativo** | Formulação de hipóteses, uso de dados para análises e proposição de soluções sustentáveis.
- **Repertório cultural** | Compreensão de como práticas culturais (como o vestuário) podem ser adaptadas às realidades climáticas.
- **Comunicação** | Apresentação de diagnósticos ambientais e propostas de melhorias para a comunidade escolar.
- **Responsabilidade e cidadania** | Atitude crítica frente ao consumo de energia e à construção de ambientes mais saudáveis e sustentáveis.
- **Empatia e cooperação** | Trabalho em equipe, escuta ativa sobre o bem-estar dos outros e colaboração nas propostas de mudança.
- **Autoconhecimento e autocuidado** | Identificação das próprias sensações de conforto e reflexão sobre como o ambiente influencia a saúde.



OBJETIVO

Mapear as fontes de energia utilizadas na comunidade, identificar seus impactos e propor estratégias para ampliar o uso de fontes renováveis de forma contextualizada.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Matriz energética, fontes renováveis e não renováveis, sustentabilidade energética, transição energética.



LOCAL

Sala de aula, espaços da comunidade, visitas externas (se possível).



MATERIAL NECESSÁRIO

Cadernos de campo ou fichas de coleta de dados, dispositivos com acesso à internet (para pesquisas), recursos audiovisuais (opcional, para apresentação dos resultados).

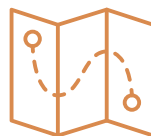
03

ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA

INVESTIGAÇÃO: FONTES DE ENERGIA NA COMUNIDADE



UNIDADES 1, 3 E 4



ESTRATÉGIAS

- Introdução em sala de aula com explicação sobre os tipos de energia (renováveis x não renováveis) e exemplos locais.
- Levantamento das fontes de energia usadas na escola, em casa, no comércio e em serviços da comunidade (como postos de saúde, fábricas, iluminação pública).
- Entrevistas com moradores, eletricitas,

representantes de concessionárias ou técnicos locais (caso possível), entre outros.

Visita (em campo ou virtuais) a instalações como pequenas centrais hidrelétricas, usinas solares, eólicas ou projetos de biogás (opcional).

Registro e sistematização das informações: uso de mapas, gráficos e relatórios simples.

Desenvolvimento de propostas viáveis para aumentar o uso de energia limpa na comunidade.



DISCUSSÃO

Quais fontes de energia são mais utilizadas na comunidade?

Existem projetos de energia renovável em andamento ou com potencial de implementação?

Quais os principais desafios e oportunidades para uma transição energética local?

Como a comunidade pode se beneficiar do uso mais sustentável da energia?

Quais propostas os alunos poderiam estruturar para que as fontes de energia pudessem emitir menos GEEs?



ODS RELACIONADAS

7 ENERGIA LIMPA E ACESSÍVEL



Energia Acessível e Limpa |

Garantir acesso à energia confiável, sustentável e moderna para todos.

11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS



Cidades e Comunidades Sustentáveis |

Incentivar infraestrutura sustentável e políticas locais de energia limpa.

12 CONSUMO E PRODUÇÃO RESPONSÁVEIS



Consumo e Produção Responsáveis |

Promover padrões sustentáveis de consumo de energia.

13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA



Ação Contra a Mudança Global do Clima |

Incentivar o uso de energias renováveis para reduzir emissões de gases de efeito estufa.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

Identificar e analisar fontes de energia utilizadas na realidade local.

Avaliar criticamente os impactos sociais e ambientais de diferentes matrizes energéticas.

Desenvolver propostas sustentáveis com base em evidências e dados da comunidade.

Utilizar ferramentas de pesquisa (entrevista, mapeamento, registro) em contexto real.

Trabalhar em equipe para resolver desafios ambientais locais.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

Conhecimento | Compreensão dos sistemas de produção e consumo de energia e seus impactos.

Pensamento científico, crítico e criativo | Investigação de campo, análise de dados, elaboração de hipóteses e soluções.

Comunicação | Sistematização e apresentação de dados em diferentes formatos (relatórios, infográficos, mapas).

Responsabilidade e cidadania | Engajamento com questões energéticas da comunidade e promoção de práticas sustentáveis.

Empatia e cooperação | Trabalho em grupo e

interação com a comunidade durante entrevistas e atividades de campo.

Autoconhecimento e autocuidado | Reflexão sobre o consumo energético individual e seu papel na sustentabilidade.

Repertório cultural | Conhecimento das realidades locais e regionais em relação à energia e suas tradições de uso.

04

ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA

SIMULAÇÃO: CENÁRIOS CLIMÁTICOS FUTUROS NA REGIÃO DA ESCOLA



UNIDADES 4 E 5



OBJETIVO

Compreender os possíveis impactos das mudanças climáticas na região da escola e propor soluções de mitigação e adaptação a partir de cenários projetados.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Mudanças climáticas, projeções climáticas, cenários de aquecimento global, impactos ambientais, mitigação e adaptação climática.



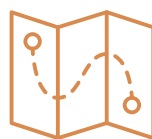
LOCAL

Sala de aula com dispositivos conectados à internet ou laboratório de informática.



MATERIAL NECESSÁRIO

Projeções climáticas (ex: mapas, gráficos do IPCC ou de instituições brasileiras como INPE), materiais de pesquisa (internet, artigos, infográficos), cartolinas, papel, marcadores ou ferramentas digitais (para apresentação dos cenários).



ESTRATÉGIAS

- Introdução ao conceito de cenários climáticos e explicação sobre o que são projeções (ex: +1,5 °C, +2 °C, +4 °C).
- Divisão dos alunos em grupos, cada um responsável por um cenário (baixa, média e alta elevação de temperatura).
- Pesquisa sobre impactos ambientais e sociais esperados em cada cenário (ex: agricultura, vegetação, energia, saúde).
- Elaboração de uma linha do tempo ou infográfico para representar os impactos regionais do cenário simulado.
- Criação coletiva de propostas de adaptação e mitigação (soluções baseadas na natureza, políticas públicas, inovação tecnológica etc.).
- Apresentação dos cenários e debate entre os grupos sobre prioridades e responsabilidades.



DISCUSSÃO

- Quais setores serão mais afetados em nossa região em cada cenário?
- Como podemos mitigar os impactos mais severos das mudanças climáticas?
- Quais estratégias de adaptação podem ser aplicadas na comunidade escolar?

Qual o papel da juventude na ação climática?



ODS RELACIONADAS



Fome Zero e Agricultura Sustentável | Considerando impactos sobre produção de alimentos e segurança alimentar.



Educação de Qualidade | Garantir educação inclusiva e equitativa de qualidade, com foco em sustentabilidade.



Cidades e Comunidades Sustentáveis | Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Promover ações urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Analisar projeções climáticas e aplicar conhecimentos científicos em situações práticas.
- Compreender os efeitos regionais das mudanças climáticas e propor soluções para enfrentá-los.
- Trabalhar com fontes de dados e desenvolver habilidades de comunicação visual.
- Colaborar em equipe para criar produtos informativos e tomar decisões baseadas em evidências.
- Desenvolver pensamento crítico sobre possíveis futuros e responsabilidade coletiva.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- **Conhecimento** | Leitura de dados científicos, compreensão de conceitos climáticos complexos.
- **Pensamento científico, crítico e criativo** | Simulação de cenários, desenvolvimento de soluções criativas para problemas ambientais.
- **Comunicação** | Produção e apresentação de infográficos ou simulações com clareza e precisão.
- **Cultura digital** | Uso de ferramentas tecnológicas para análise de dados climáticos e produção de conteúdo.
- **Responsabilidade e cidadania** | Discussão ética e responsável sobre o papel da sociedade na crise climática.
- **Empatia e cooperação** | Trabalho colaborativo com escuta ativa e respeito às opiniões diversas.
- **Autoconhecimento e autocuidado** | Reflexão sobre como as mudanças climáticas podem afetar o cotidiano e a saúde das pessoas.
- **Argumentação** | Justificação das decisões tomadas no planejamento de respostas às mudanças climáticas.

ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA

05

CAMPANHA ESCOLAR: AÇÕES SUSTENTÁVEIS NO COTIDIANO



UNIDADES 1, 2, 3 E 4



OBJETIVO

Engajar os alunos em ações práticas e criativas que contribuam para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas em sua realidade local.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Mudanças climáticas, mitigação, adaptação, consumo consciente, educação ambiental, responsabilidade individual e coletiva.



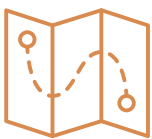
LOCAL

Sala de aula, pátio da escola, espaços comunitários.



MATERIAL NECESSÁRIO

Cartolinas, canetas, tintas, materiais recicláveis, computadores e/ou celulares para campanhas digitais (opcional), dados sobre consumo de energia, transporte e resíduos sólidos.



ESTRATÉGIAS

- Introdução sobre o papel das ações cotidianas na luta contra as mudanças climáticas.
- Brainstorming coletivo de atitudes sustentáveis que podem ser incentivadas na escola e comunidade.
- Divisão da turma em grupos, cada um responsável por um tema (energia, resíduos, mobilidade etc.).
- Desenvolvimento de campanhas educativas:

pode incluir cartazes, vídeos, apresentações, gincanas ou oficinas.

- Planejamento e realização de ações concretas, como exposições abertas, plantio de árvores, recolhimento de recicláveis, caminhadas conscientes etc.
- Discussão com a comunidade escolar sobre o impacto dessas ações e como torná-las contínuas.



DISCUSSÃO

- Como pequenas atitudes diárias podem contribuir para o enfrentamento da crise climática?
- Quais desafios enfrentamos para adotar hábitos mais sustentáveis?
- De que forma podemos incentivar mais pessoas a mudarem seus comportamentos?
- Qual foi o impacto observado nas ações desenvolvidas?



ODS RELACIONADAS



Educação de Qualidade | Promover aprendizagens conectadas à realidade e aos desafios do século XXI.



Cidades e Comunidades Sustentáveis | Fomentar práticas sustentáveis no espaço urbano e escolar.



Consumo e Produção Responsáveis | Incentivar padrões sustentáveis de consumo e produção.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Promover a conscientização e educação climática.

— **Autoconhecimento e autocuidado** | Reflexão sobre como ações individuais afetam o coletivo e o meio ambiente.

— **Cultura digital (se aplicável)** | Uso consciente de redes sociais e tecnologias para promover mudanças sociais positivas.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Aplicar conhecimentos teóricos sobre clima e sustentabilidade em ações práticas.
- Desenvolver campanhas educativas com linguagem acessível e criativa.
- Refletir sobre os próprios hábitos e propor mudanças comportamentais.
- Exercitar a empatia, o trabalho em equipe e a escuta ativa.
- Mobilizar colegas e comunidade escolar para ações de impacto local.
- Comunicar-se de forma crítica, ética e propositiva sobre problemas socioambientais.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- **Responsabilidade e cidadania** | Mobilização para práticas sustentáveis e engajamento em prol do bem comum.
- **Comunicação** | Elaboração de materiais e apresentações com diferentes linguagens (oral, escrita, visual).
- **Argumentação** | Fundamentação das escolhas e defesa de ideias durante campanhas e oficinas.
- **Pensamento científico, crítico e criativo** | Identificação de problemas e formulação de soluções criativas com base em evidências.
- **Empatia e cooperação** | Colaboração para alcançar objetivos comuns e respeito às opiniões do grupo.

MÓDULO III

MONITORANDO O PLANETA:
CIÊNCIA DAS MEDIÇÕES CLIMÁTICAS

| EXPERIMENTO: MAPA CLIMÁTICO DA ESCOLA



UNIDADE 2



OBJETIVO

Explorar os microclimas dentro e ao redor da escola, reconhecendo variações de temperatura e umidade em função do ambiente.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Microclimas urbanos, medidas meteorológicas locais.



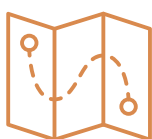
LOCAL

Espaços internos e externos da escola.



MATERIAL NECESSÁRIO

Termômetros, higrômetros, papel, pranchetas.



ESTRATÉGIAS

- Alunos divididos em grupos medem a temperatura e a umidade em diferentes locais: gramados, áreas asfaltadas, sombreadas, diferentes áreas internas como salas de aula

de um lado e outro do prédio, almoxarifado, direção etc.

- Anotam os dados e desenham um mapa da escola com os resultados registrados.



DISCUSSÃO

- Analisar as causas da variação nas medições.
- Analisar o possível impacto da variação no bem-estar.
- Discutir um possível impacto da vegetação e da urbanização no clima local.
- Discutir o efeito de ilhas de calor e o papel da vegetação para amenizar esse efeito.
- Discutir e apresentar quais outras formas podemos utilizar a vegetação em ambientes urbanos (i.e. telhados verdes, hortas urbanas, paredes verdes etc.).
- Fazer uma proposta de campanha escolar para melhorar o microclima da escola.



ODS RELACIONADAS



Educação de Qualidade | Estimular a investigação científica no ambiente escolar.



Cidades e Comunidades Sustentáveis | Incentivar o planejamento urbano a partir de dados locais.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Promover reflexão sobre os efeitos do clima no cotidiano.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Medir e analisar variáveis climáticas locais.
- Interpretar mapas e dados meteorológicos.
- Correlacionar ambiente construído com conforto térmico.
- Elaborar propostas de melhoria com base em evidências.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- **Conhecimento** | Compreensão de fenômenos ambientais locais.
- **Pensamento científico, crítico e criativo** | Análise de dados empíricos e inferência sobre causas e consequências.
- **Comunicação** | Compartilhamento de resultados por meio de mapas e debates.
- **Empatia e cooperação** | Trabalho em grupo e consideração de diferentes realidades escolares.
- **Responsabilidade e cidadania** | Proposição de soluções sustentáveis para o ambiente escolar.



OBJETIVO

Relacionar a qualidade do ar com o tipo de atividade urbana nas proximidades, por meio da observação de partículas em suspensão coletadas com filtros de baixo custo.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Poluição atmosférica, partículas em suspensão, fontes de emissão de poluentes.



LOCAL

Sala de aula e entorno da escola (como ruas, estacionamento, áreas verdes etc.).



MATERIAL NECESSÁRIO

Filtros de papel (filtros de café), pratinhos para suporte de filtro, fita adesiva, canetinha para rotular os locais, lupa ou microscópio escolar (opcional).

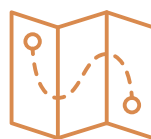
02

ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA

EXPERIMENTO: INVESTIGAÇÃO DO AR QUE RESPIRAMOS



UNIDADE 2



ESTRATÉGIAS

Montagem dos filtros

- Corte círculos ou quadrados de filtro de café.
- Fixe o papel em uma base (como uma tampa de pote, prato descartável ou pedaço de papelão) com fita adesiva ou elástico, de modo que fique bem esticado.
- Com uma caneta, rotule cada filtro com o local onde será instalado e a data de início.

Distribuição dos filtros pelo ambiente

- Coloque os filtros em diferentes locais representativos:

próximo à rua movimentada;

em sala de aula ventilada;

em área interna fechada;

próximo a uma área verde ou jardim;

próximo à cozinha ou estacionamento (se houver).

- Fixe os filtros em locais protegidos da chuva e do toque de pessoas, preferencialmente a pelo menos 1 metro do chão.
- Deixe os filtros expostos por 48 horas (ou até 72h, dependendo da intensidade da poluição esperada).

Análise dos filtros

- Após o tempo determinado, recolha os filtros com cuidado para não perder partículas.
- Observe os filtros a olho nu, com lupa ou microscópio escolar. Compare a quantidade e a coloração das partículas retidas em cada filtro.

Observação

Este experimento utiliza um **amostrador passivo**, ou seja, não há um fluxo de ar forçado atravessando o filtro. Nesse modelo, a coleta de partículas depende da deposição natural — como a gravidade ou o movimento do ar ambiente — e, por isso, é mais eficaz para partículas maiores e em locais com fontes de poluição próximas.

Uma versão aprimorada dessa atividade pode incluir a construção de um **amostrador ativo**, no qual o filtro de partículas de poluição é acoplado a uma ventoinha de computador. Esse sistema força o ar a passar pelo filtro, aumentando significativamente a eficiência na retenção de partículas em suspensão.

A ventoinha pode ser alimentada por uma fonte conectada à tomada (para uso fixo em ambientes internos) ou por baterias (no caso de um amostrador móvel, que pode ser levado a diferentes locais). Essa construção num FAB poderia ser acoplada a sensores e usar os recursos de programação para automatização.



DISCUSSÃO

- Quais filtros apresentaram maior escurecimento ou acúmulo de partículas?
- Há relação entre a presença de veículos, poeira ou vegetação e a qualidade do ar observada?
- Como a poluição do ar pode afetar a saúde das pessoas e o clima?
- Que tipos de ações individuais ou coletivas podem melhorar a qualidade do ar no bairro ou na cidade?



ODS RELACIONADAS



Saúde e Bem-Estar | Relacionar qualidade do ar e impactos na saúde.



Cidades e Comunidades Sustentáveis | Identificar fontes de poluição urbana.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Estimular ações que reduzam a poluição atmosférica.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Observar e comparar diferentes ambientes escolares.
- Relacionar atividades humanas com qualidade do ar.
- Analisar dados qualitativos e propor melhorias.
- Aplicar método científico com recursos acessíveis.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- **Conhecimento** | Interpretação de fenômenos ambientais.
- **Pensamento científico, crítico e criativo** | Levantamento e análise de dados reais.
- **Empatia e cooperação** | Discussões coletivas sobre ações locais.
- **Responsabilidade e cidadania** | Conscientização sobre saúde pública e poluição.

03

ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA

USO DE DADOS DIGITAIS OBTIDOS POR RECURSOS EXTERNOS: EXPLORAÇÃO DE IMAGENS DE SATÉLITE NO *WORLDVIEW*



UNIDADE 3



OBJETIVO

Observar mudanças ambientais em uma área

brasileira por meio de imagens de satélite.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Desmatamento, observação da Terra.



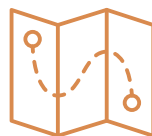
LOCAL

Sala de informática.



MATERIAL NECESSÁRIO

Computadores com acesso à internet, ferramenta *NASA WorldView*.



ESTRATÉGIAS

- Os alunos escolhem uma área (como a BR-319 na Amazônia) e comparam imagens de anos diferentes. Devem identificar mudanças visíveis, como desmatamento ou queimadas.
- Para facilitar a interpretação, foque em uma região de interesse, e não na área de toda a imagem (por exemplo, comece focando na estrada e como ela mudou com os anos, depois faça isso para uma área de floresta).



DISCUSSÃO

- Como as mudanças observadas devem impactar o clima local e global?
- Quais políticas públicas estão relacionadas à mudança identificada?
- Quais políticas públicas ou ações locais poderiam ser tomadas para reverter essas mudanças?



ODS RELACIONADAS



Educação de Qualidade | Uso de tecnologias digitais para aprender geociências.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Analisar impactos ambientais e mudanças no uso da terra.



Vida Terrestre | Promover conservação de ecossistemas.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Utilizar dados de observação da Terra.
- Identificar padrões de alteração no ambiente.
- Relacionar desmatamento a políticas públicas.
- Formular hipóteses com base em imagens de satélite.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- Conhecimento** | Aprofundamento em geotecnologias.
- Pensamento científico, crítico e criativo** | Observação e interpretação de imagens espaciais.
- Comunicação** | Apresentação de resultados e propostas.
- Cultura digital** | Navegação e análise em plataformas científicas online.

ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA

04

INVESTIGANDO CAMINHOS PARA LIMITAR O AQUECIMENTO GLOBAL COM EN-ROADS



UNIDADE 5



OBJETIVO

Analisar diferentes trajetórias de aquecimento global a partir de conjuntos de políticas climáticas e refletir sobre os compromissos internacionais e suas limitações.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Modelos climáticos, simulações, políticas de mitigação, metas climáticas globais.



LOCAL

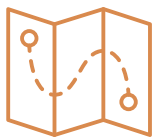
Sala de informática ou sala de aula com dispositivos conectados à internet e com projetor.



MATERIAL NECESSÁRIO

Acesso ao simulador *En-ROADS* (<https://en-roads.climateinteractive.org>, com versão em português), fichas com “cenários de partida” baseados em contextos reais (exemplos: cenário atual, Acordo de Paris, metas ambiciosas, inação climática, metas ambiciosas em algu-

mas esferas e conservadoras em outras), ficha de análise para preenchimento pelos alunos.



ESTRATÉGIAS

Introdução ao simulador e aos cenários

- O professor apresenta brevemente o *En-ROADS* e explica os principais parâmetros: fontes de energia, uso da terra, políticas industriais, população etc.
- Em seguida, distribui fichas com descrições de cenários que os alunos devem replicar no simulador (ex: “Cenário atual de políticas já implementadas”; “Compromissos assumidos no Acordo de Paris”; “Cenário de transição energética parcial”; “Inação política prolongada”).

Simulação em grupos

- Os alunos, em grupos, simulam os cenários atribuídos e preenchem uma ficha com as principais consequências: temperatura projetada em 2100, mudanças nas emissões, investimentos necessários, implicações para energia e uso da terra, entre outros.

Comparação e análise crítica

- Os grupos apresentam seus resultados.
- A turma constrói coletivamente uma tabela comparativa dos cenários.
- A seguir, discute-se quais políticas se mostraram mais efetivas, quais foram insuficientes, e o que isso diz sobre os compromissos climáticos atuais.
- Os alunos escolhem uma área (como a BR-319 na Amazônia) e comparam imagens de anos diferentes. Devem identificar mudanças visíveis, como desmatamento ou queimadas.



DISCUSSÃO

- Qual cenário se mostrou mais eficaz para conter o aquecimento abaixo de 2 °C?
- As metas do Acordo de Paris são suficientes? O que seria necessário para atingi-las?
- Quais setores precisariam de maior transformação?
- Quais cenários parecem mais viáveis politicamente?
- Como podemos relacionar essas metas globais com ações locais?



ODS RELACIONADAS



Educação de Qualidade | Estimular o pensamento sistêmico por meio de simulações.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Analisar metas globais e políticas públicas simuladas.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Interpretar cenários climáticos baseados em evidências.
- Comparar políticas e seus impactos ambientais.
- Tomar decisões fundamentadas em dados.
- Relacionar ações locais e globais de mitigação.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

Conhecimento | Ampliação do repertório sobre aquecimento global.

Pensamento científico, crítico e criativo | Avaliação de diferentes trajetórias políticas.

Comunicação | Debate e argumentação sobre políticas climáticas.

Projeto de vida | Reflexão sobre o papel de cada uma diante das metas climáticas.



LOCAL

Sala de aula.



MATERIAL NECESSÁRIO

Gráfico apresentado na Figura 13 do material do Módulo III, ficha de análise com perguntas guiadas.

05

ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA

O QUE O PASSADO NOS DIZ SOBRE O FUTURO? ANÁLISE GRÁFICA DE CO₂ E TEMPERATURA NOS ÚLTIMOS 800 MIL ANOS



UNIDADE 4



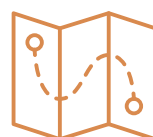
OBJETIVO

Compreender a variação climática natural e relacionar os níveis históricos de CO₂ com as temperaturas globais, a partir da análise de gráficos simplificados baseados em dados científicos reais.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Paleoclimatologia, variabilidade natural do clima, gases de efeito estufa, comparação entre passado e presente climático.



ESTRATÉGIAS

Apresentação do gráfico histórico

O professor apresenta aos alunos o gráfico da variação de CO₂ e temperatura nos últimos 800 mil anos contido no Módulo III (Figura 13).

- Complemento com a concentração atual de CO₂ atualizada, pode ser obtida em: <https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>

Análise guiada em grupo

Os alunos observam o gráfico e discutem:

- Os padrões de aumento e queda de temperatura e CO₂.
- A correlação entre os dois.
- A diferença entre as variações naturais e o aumento abrupto no período recente.

Resolução da ficha de análise

Cada grupo preenche a ficha com perguntas como:

- Em que períodos houve maior concentração de CO₂ e temperatura?
- Qual foi a variação natural máxima antes da

era industrial?

- Como o padrão recente se diferencia dos ciclos anteriores?
- O que isso nos diz sobre o impacto humano?



DISCUSSÃO

- Qual a relação entre gases de efeito estufa e temperatura no longo prazo?
- O que torna o padrão atual tão diferente dos ciclos naturais anteriores?
- Por que compreender o passado é essencial para prever o futuro climático?



ODS RELACIONADAS



Educação de Qualidade | Promover o letramento científico a partir de dados reais.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Relacionar dados históricos com ações atuais de mitigação.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Interpretar gráficos científicos.
- Comparar padrões climáticos históricos e atuais.
- Relacionar evidências científicas com as ações humanas.
- Elaborar hipóteses sobre causas e consequências.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- Conhecimento** | Reconhecimento da relação entre dados empíricos e mudanças climáticas.
- Pensamento científico, crítico e criativo** | Avaliação crítica do impacto humano no clima.
- Comunicação** | Apresentação de análises gráficas.
- Responsabilidade e cidadania** | Sensibilização para o papel individual e coletivo nas mudanças climáticas.

MÓDULO IV

MAS COMO ISSO VAI ME AFETAR?

CONSEQUÊNCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

| ILHAS DE CALOR



UNIDADE 2



OBJETIVO

Demonstrar o efeito das ilhas de calor em áreas urbanas.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Ilhas de calor.



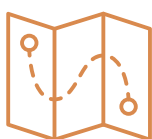
LOCAL

Laboratório, sala de aula, local onde moram, com material de suporte.



MATERIAL NECESSÁRIO

Lâmpada de calor, termômetros digitais, pedaços de asfalto, concreto, grama e solo úmido.



ESTRATÉGIAS

- Divida os materiais em recipientes diferentes (representando áreas urbanas e rurais).
- Coloque os recipientes sob uma lâmpada de

calor por 10 minutos.

Meça as temperaturas de cada material antes e depois.



DISCUSSÃO

- Pergunte aos alunos por que o asfalto aquece mais.
- Discuta como isso pode ser mitigado com telhados verdes e áreas arborizadas.
- Pergunte quais seriam as formas de diminuir as ilhas de calor nas grandes cidades, considerando o que observaram nas diferenças de temperatura dos dois materiais.



ODS RELACIONADAS

4 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE



Educação de Qualidade | Assegurar o aprendizado voltado ao desenvolvimento sustentável.

11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS



Cidades e Comunidades Sustentáveis | Reduzir o impacto ambiental urbano, como poluição do ar e gestão de resíduos.

13 AÇÃO CONTRA A MUDANÇA GLOBAL DO CLIMA



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Melhorar a educação e a conscientização sobre mudança do clima.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Compreender fenômenos naturais e suas causas.
- Realizar experimentos com metodologia científica.

- Aplicar conhecimentos para propor soluções a problemas ambientais locais.
- Analisar interações entre sociedade e natureza no espaço urbano.
- Interpretar fenômenos urbanos a partir de dados geográficos (temperatura, uso do solo).
- Compreender os efeitos da urbanização sobre o clima local.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- **Conhecimento** | Compreensão dos fenômenos físicos e ambientais urbanos, como as ilhas de calor.
- **Pensamento científico, crítico e criativo** | Relaciona o experimento a contextos reais (paisagens urbanas, arquitetura verde, práticas sustentáveis).
- **Repertório cultural** | Relaciona o experimento a contextos reais (paisagens urbanas, arquitetura verde, práticas sustentáveis).
- **Comunicação** | Apresentação e debate sobre os resultados do experimento; desenvolvimento de argumentação.
- **Responsabilidade e cidadania** | Discussão sobre o papel do cidadão e do poder público na melhoria do ambiente urbano.
- **Empatia e cooperação** | Trabalho em grupo, escuta ativa durante a discussão e construção coletiva de soluções.
- **Autoconhecimento e autocuidado** | Reflexão sobre os efeitos do calor excessivo na saúde humana e no bem-estar urbano.



UNIDADES 2, 3, 4 E 7



OBJETIVO

Planejar soluções para lidar com secas ou enchentes em uma cidade fictícia.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Eventos climáticos extremos.



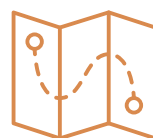
LOCAL

Sala de aula.



MATERIAL NECESSÁRIO

Mapas simples de uma cidade fictícia, marcadores e fichas de recursos (água, alimentos, energia etc.).



ESTRATÉGIAS

- Divida os alunos em grupos que representem diferentes setores (governo, agricultura, saúde).
- Dê um cenário extremo (como uma seca prolongada ou uma enchente).
- Cada grupo deve propor soluções para mitigar os danos e proteger a população.

02

ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA

JOGO DE SIMULAÇÃO: PLANEJAMENTO CONTRA EVENTOS EXTREMOS



DISCUSSÃO

- Compare as estratégias apresentadas pelos grupos.
- Compare as estratégias apresentadas pelos grupos.
- Destaque a importância de ferramentas como os sistemas de alerta precoce.
- Discuta as propostas de ação para adaptação aos diferentes eventos e quais seriam mais viáveis economicamente e ao mesmo tempo eficientes.



ODS RELACIONADAS



Fome Zero e Agricultura Sustentável | Segurança alimentar em situações de crise climática.



Saúde e Bem-Estar | Proteção da saúde da população diante de eventos extremos.



Cidades e Comunidades Sustentáveis | Desenvolvimento de resiliência urbana frente a riscos climáticos.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Planejamento adaptativo frente a desastres relacionados ao clima.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Entender as causas e impactos de fenômenos naturais extremos.

- Identificar riscos ambientais e propor estratégias de prevenção e mitigação.
- Analisar a vulnerabilidade de comunidades humanas frente às mudanças no clima.
- Entender os riscos geográficos e ambientais associados a extremos climáticos.
- Avaliar impactos sobre a infraestrutura urbana, população e segurança alimentar/hídrica.
- Avaliar políticas públicas e estratégias de gestão de riscos socioambientais.
- Autogestão e liderança: tomar decisões estratégicas diante de cenários de crise.
- Tomada de decisão ética: pensar em soluções justas, sustentáveis e viáveis.
- Colaboração: negociação entre setores e construção coletiva de soluções.
- Compreender os mecanismos naturais e antrópicos que contribuem para eventos climáticos extremos.
- Utilização de jogos de simulação como ferramenta pedagógica (inspirado no exemplo do jogo desenvolvido para a cidade de São Paulo).



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- Conhecimento** | Os alunos utilizam conhecimentos sobre clima, geografia, políticas públicas e cidadania para analisar riscos e propor soluções.
- Pensamento científico, crítico e criativo** | Exigem pensamento estratégico, resolução de problemas reais, criatividade e argumentação baseada em dados e lógica.
- Comunicação** | Os grupos precisam expressar e defender suas propostas de forma clara, respeitando diferentes pontos de vista.
- Cultura digital** | Pode incluir o uso de mapas digitais ou recursos visuais para apresentar estratégias, se adaptado.

- **Trabalho e projeto de vida** | Desenvolve habilidades de planejamento, cooperação, responsabilidade e visão de futuro.
- **Responsabilidade e cidadania** | Fortalece o senso de pertencimento e a responsabilidade frente a desastres climáticos e seus impactos sociais.
- **Empatia e cooperação** | Exige escuta ativa, colaboração e tomada de decisões com base nas necessidades coletivas.
- **Argumentação** | Justificativa das decisões tomadas por cada grupo, com base em dados, necessidades e recursos limitados.

03

ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA

DEBATE E PROPOSTAS DE SOLUÇÕES BASEADAS EM NOTÍCIA



UNIDADES 2 E 3



OBJETIVO

Compreender como o aumento do nível do mar pode impactar a vida das pessoas e discutir possíveis adaptações para mitigar esses efeitos, utilizando uma reportagem real como ponto de partida.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Estratégias de mitigação e adaptação climáticas utilizando o exemplo de aumento do nível do mar.



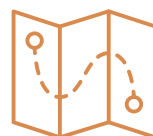
LOCAL

Sala de aula.



MATERIAL NECESSÁRIO

Reportagens de jornal.



ESTRATÉGIAS

- Apresente o tema e discuta a reportagem do jornal (sugestão de reportagem: <https://oglobo.globo.com/brasil/meio-ambiente/noticia/2024/06/29/aumento-do-nivel-do-mar-pode-afetar-2-milhoes-de-brasileiros-di-z-estudo-veja-como-ficariam-capitais-mais-a-meacadas-pela-inundacao.ghml>).
- Alunos fazem anotações sobre o problema, as áreas vulneráveis etc. e são estimulados a procurar mais notícias e a comparar os dados (professor, indicar fontes de pesquisa confiáveis e indicar as palavras-chave).
- Em grupos, os alunos discutem sobre o impacto do aumento do nível do mar, exemplos de adaptações e como as cidades podem planejar a longo prazo, criando um plano de ação.



DISCUSSÃO

- Discuta sobre o papel da mídia, como dados mudam por fonte, importância de fontes confiáveis e uma análise sobre os planos de ação propostos por cada grupo.



ODS RELACIONADAS



Educação de Qualidade | Estímulo à educação crítica e interdisciplinar com base em temas atuais.



Cidades e Comunidades Sustentáveis | Discussão sobre planejamento urbano e infraestrutura resiliente.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Atividades voltadas à compreensão de impactos e ações de adaptação.



Vida na Água | Impactos do aumento do nível do mar nos ecossistemas costeiros e populações humanas.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Identificar evidências e previsões relacionadas às mudanças climáticas.
- Compreender estratégias de mitigação e adaptação.
- Relacionar os impactos ambientais às dinâmicas sociais e políticas públicas.
- Interpretar dados geoespaciais (ex.: mapas de áreas alagadas).
- Discutir vulnerabilidade de territórios frente a eventos extremos.
- Analisar impactos regionais e globais do aumento do nível do mar.
- Leitura crítica de textos jornalísticos e científicos.
- Avaliação da confiabilidade das fontes.

Interpretação e síntese de informações.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- Conhecimento** | Análise crítica de dados e fatos científicos sobre mudanças climáticas, com foco em impactos costeiros.
- Pensamento científico, crítico e criativo** | Investigação de causas e consequências do aumento do nível do mar e formulação de planos de adaptação.
- Comunicação** | Discussão em grupo, apresentação oral de planos de ação e análise de diferentes fontes jornalísticas.
- Responsabilidade e cidadania** | Reconhecimento da vulnerabilidade de populações e importância do planejamento urbano sustentável.
- Argumentação** | Comparação entre fontes de informação e construção de argumentos fundamentados com base em evidências.
- Empatia e cooperação** | Discussão colaborativa em grupo sobre soluções possíveis para comunidades vulneráveis.

ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA

04

DEBATE EM SALA: "COMO AS FLORESTAS PODEM SALVAR O PLANETA?"



UNIDADE 5



OBJETIVO

Desenvolver argumentação e reflexão crítica sobre a importância das florestas.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Serviços ecossistêmicos e conservação ambiental.



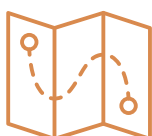
LOCAL

Sala de aula.



MATERIAL NECESSÁRIO

Materiais didáticos, notícias etc. para que alunos possam coletar informações para seus argumentos.



ESTRATÉGIAS

- Divida os alunos em dois grupos: um defendendo a preservação e manejo sustentável de florestas e outro focando no desenvolvimento econômico a partir da exploração florestal.
- Dê tempo para cada grupo preparar seus argumentos.
- Realize o debate com um mediador (professor ou um aluno designado).



DISCUSSÃO

- Relacione o debate aos serviços ambientais que as florestas fornecem, como por exemplo o sequestro de carbono e proteção de biodiversidade.
- Apresente a ideia de rios voadores e a relação com o clima das outras regiões que não estão com a floresta por perto.



ODS RELACIONADAS



Trabalho Decente e Crescimento Econômico | Debate sobre como conciliar desenvolvimento econômico e sustentabilidade.



Consumo e Produção Responsáveis | Exploração de recursos naturais de forma consciente e equilibrada.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Florestas como sumidouros de carbono e reguladoras climáticas.



Vida Terrestre | Proteção da biodiversidade, combate à desertificação e uso sustentável dos ecossistemas.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Avaliar o papel das florestas na manutenção do equilíbrio climático e ecológico.
- Compreender o conceito de serviços ecossistêmicos (como sequestro de carbono, purificação da água e proteção da biodiversidade).
- Analisar as relações entre atividades econômicas, uso da terra e impactos ambientais.
- Discutir o conceito de desenvolvimento sustentável e seus desafios em áreas de floresta nativa.
- Escuta ativa e diálogo respeitoso.
- Capacidade de lidar com divergências e construir consensos.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- **Comunicação** | Expressar ideias de forma clara, respeitosa e fundamentada, ouvindo e considerando diferentes pontos de vista.
- **Pensamento científico, crítico e criativo** | Analisar os impactos ambientais e econômicos da exploração florestal e propor soluções sustentáveis.
- **Empatia e cooperação** | Entender argumentos divergentes e valorizar o debate democrático.
- **Responsabilidade e cidadania** | Refletir sobre a importância das florestas para o equilíbrio ecológico e o bem-estar das comunidades.
- **Argumentação** | Utilizar dados, evidências científicas e fatos para sustentar pontos de vista de maneira ética e fundamentada.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Mitigação das mudanças climáticas.



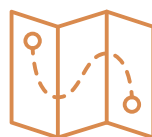
LOCAL

Sala de aula ou espaço ao ar livre.



MATERIAL NECESSÁRIO

Papel, canetas, cartolina e recursos visuais.



ESTRATÉGIAS

- Peça que os alunos criem um plano de ação para melhorar a qualidade do ar, da água, do microclima, do lixo e outras questões ambientais na região das suas escolas ou comunidades (ex.: plantio de árvores, redução de lixo, campanhas educativas).
- Apresente os planos em formato de cartazes ou apresentações orais.

05

ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA

OFICINA CRIATIVA: "CRIANDO UM PLANO DE AÇÃO CONTRA AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS"



UNIDADES 1 E 5



OBJETIVO

Promover ações concretas e locais para mitigar os efeitos das mudanças climáticas.



DISCUSSÃO

- Encoraje os alunos a implementarem algumas dessas ideias em suas comunidades/escolas.
- Crie um dia para a apresentação final das propostas com documentação dos benefícios implantados. Pode ser numa feira de ciências ou em uma feira cultural.
- Peça que os alunos apresentem o desenho das fases de implantação da ideia e que sejam aprovadas previamente pela direção

da escola, pelos professores e que peçam colaboração de alunos e familiares.



ODS RELACIONADAS



Educação de Qualidade | Promoção de uma educação transformadora, crítica e engajada.



Cidades e Comunidades Sustentáveis | Mobilização para melhorias no ambiente urbano e escolar.



Consumo e Produção Responsáveis | Redução de resíduos e promoção da conscientização ambiental.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Engajamento direto em ações de mitigação locais.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Compreender os impactos das mudanças climáticas no cotidiano.
- Planejar soluções sustentáveis baseadas em conhecimentos científicos.
- Reconhecer a relação entre ações humanas e alterações ambientais.
- Valorizar o espaço local como território de ação e transformação.
- Engajamento cívico e senso de pertencimento.
- Proatividade, liderança e senso de coletividade.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- Responsabilidade e cidadania** | Participar ativamente da construção de soluções para problemas socioambientais locais.
- Autoconhecimento e autocuidado** | Refletir sobre como suas ações individuais e coletivas impactam o meio ambiente.
- Empatia e cooperação** | Trabalhar em equipe para propor ações de impacto social e ambiental positivo.
- Comunicação** | Expressar ideias com clareza por meio de cartazes e apresentações orais.
- Pensamento científico, crítico e criativo** | Investigar, analisar e propor ações concretas baseadas em evidências e contexto.

MÓDULO V

ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS
**COMO PODEMOS ENFRENTAR DESAFIOS CADA VEZ
MAIORES?**

| MAPEAMENTO DOS ODS NA ESCOLA



UNIDADE 4



OBJETIVO

Conscientizar os alunos sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), destacando sua importância e as possibilidades de aplicação prática no ambiente escolar.



CONTEÚDO CONCEITUAL

ODS e sua relação com o cotidiano escolar, sustentabilidade, cidadania ativa, responsabilidade socioambiental.



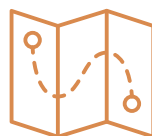
LOCAL

Sala de aula e espaços escolares (internos e externos).



MATERIAL NECESSÁRIO

Cartolinas, canetas coloridas, papéis para anotações, acesso à internet.



ESTRATÉGIAS

- Apresentação conceitual das de ODS e sua relevância global e local.
- Divisão da turma em grupos. Cada grupo escolhe 2 a 3 ODS ligados ao meio ambiente (como ODS 6, 11, 13).
- Realização de um diagnóstico: o que a escola ou a comunidade escolar já faz em relação a esses ODS?
- Escolha de problemas relacionados às ODS escolhidas
- Elaboração de propostas de novas ações para implementar os ODS escolhidos.
- Construção de planos de ação com objetivos, etapas e responsáveis.
- Apresentação das propostas para a turma.



DISCUSSÃO

- Por que os ODS são importantes para nossa escola e comunidade?
- Como pequenas ações locais podem contribuir para metas globais?
- De que forma podemos engajar toda a escola nesse processo?
- Como implantar as propostas relacionadas às ODSs?



ODS RELACIONADAS



Educação de Qualidade | Promover educação para o desenvolvimento sustentável.



Água Potável e Saneamento | Incentivar o uso sustentável da água.



Cidades e Comunidades Sustentáveis | Planejar ambientes escolares resilientes.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Estimular ações práticas de mitigação e adaptação.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Investigar e compreender o papel dos ODS no cotidiano.
- Propor intervenções sustentáveis na realidade escolar.
- Trabalhar em equipe para diagnóstico e planejamento.
- Desenvolver plano de ação com metas e propostas viáveis.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- Responsabilidade e cidadania** | Participação ativa em ações de transformação social e ambiental.
- Conhecimento** | Compreensão dos ODS como estratégia para desenvolvimento global.
- Pensamento científico, crítico e criativo** | Proposição de ações baseadas em problemas reais.
- Empatia e cooperação** | Escuta ativa, diálogo e colaboração entre pares.

Projeto de vida | Reconhecimento de seu papel como agente de mudança.

ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA

02

PLANO DE ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA NA ESCOLA



UNIDADES 1, 2, 3 E 5



OBJETIVO

Criar um plano prático de adaptação às mudanças climáticas, aplicando o ciclo de políticas de adaptação à realidade escolar.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Adaptação climática, planejamento participativo, vulnerabilidade climática, políticas públicas escolares.



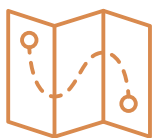
LOCAL

Sala de aula e/ou biblioteca.



MATERIAL NECESSÁRIO

Papel, canetas, cartolinas, dados sobre clima local, acesso à internet.



ESTRATÉGIAS

- Explicação e discussão do conceito de adaptação às mudanças climáticas.
- Explicação do ciclo de políticas de adaptação (impactos → vulnerabilidades → estratégias → implementação → monitoramento).
- Formação de grupos e atribuição de uma etapa do ciclo a cada grupo.
- Investigação das vulnerabilidades da escola frente a eventos extremos.
- Elaboração de propostas práticas para adaptação (como áreas sombreadas ou sistemas de drenagem).
- Apresentação dos planos de cada grupo e construção coletiva de um plano integrado.



DISCUSSÃO

- Quais eventos climáticos mais afetam nossa escola?
- Que soluções podem ser simples, viáveis e eficazes?
- Como podemos monitorar se o plano está funcionando?
- Elaboração de um projeto de pesquisa e de ação para adaptação às mudanças climáticas na região em que a escola está inserida (usar a metodologia científica).



ODS RELACIONADAS



Educação de Qualidade | Desenvolvimento de competências para cidadania sustentável.



Cidades e Comunidades Sustentáveis | Tornar escolas espaços mais resilientes a desastres.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Planejar estratégias de adaptação ao clima em nível local.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Compreender o conceito de adaptação climática na prática.
- Diagnosticar vulnerabilidades locais.
- Propor soluções baseadas em evidências.
- Trabalhar em equipe de forma propositiva.
- Desenvolver noções de planejamento estratégico.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- **Responsabilidade e cidadania** | Engajamento com os desafios do território.
- **Conhecimento** | Análise crítica de dados e compreensão da relação clima-espço escolar.
- **Argumentação** | Defesa das propostas criadas com base em evidências.
- **Trabalho e projeto de vida** | Planejamento e protagonismo juvenil no cuidado com o espaço comum.
- **Cultura digital** | Uso de ferramentas digitais para pesquisa e comunicação.

PROJETO: DIAGNÓSTICO DE RISCOS CLIMÁTICOS LOCAIS



UNIDADES 1, 3 E 5



OBJETIVO

Investigar e mapear os principais riscos climáticos enfrentados pela escola ou comunidade local.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Percepção de riscos, vulnerabilidade, impactos climáticos locais.



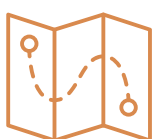
LOCAL

Sala de aula, entorno da escola.



MATERIAL NECESSÁRIO

Mapas da comunidade ou bairro, lápis, marcadores, papel A3, celulares com GPS (opcional).



ESTRATÉGIAS

Os alunos, em grupos, escrevem as perguntas para perguntas estruturadas para entrevistar

moradores, professores e lideranças sobre os principais problemas enfrentados em função das mudanças climáticas.

- O professor deve dar um feedback sobre as perguntas antes dos alunos realizarem, pelo cuidado que toda pesquisa deve ter (aproveitar para abordar as questões éticas relacionadas às pesquisas). Não identificar pessoas ou alguma situação que possa trazer desconforto. Conversar sobre a importância de respeitar as pessoas e suas questões.
- Os alunos podem então realizar entrevistas com moradores ou professores sobre enchentes, ondas de calor, seca etc.
- Criam um mapa com áreas de maior vulnerabilidade no entorno da escola.
- Visitem os locais com maior vulnerabilidade encontrado no mapa para identificar as causas das vulnerabilidades (documentem com anotações, fotos e vídeos).
- Discutem os fatores que aumentam ou reduzem esses riscos.



DISCUSSÃO

- Por que algumas áreas são mais vulneráveis que outras?
- Como podemos planejar a adaptação a esses riscos?
- Quais propostas os alunos têm para cada situação? Como poderiam ser implementadas?



ODS RELACIONADAS



Educação de Qualidade | Promover educação para o desenvolvimento sustentável.



Cidades e Comunidades Sustentáveis | Planejar ambientes escolares resilientes.

Ação Contra a Mudança Global do Clima | Estimular ações práticas de mitigação e adaptação.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Investigar e compreender o papel dos ODS no cotidiano.
- Propor intervenções sustentáveis na realidade escolar.
- Trabalhar em equipe para diagnóstico e planejamento.
- Desenvolver plano de ação com metas e propostas viáveis.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- Responsabilidade e cidadania** | Participação ativa em ações de transformação social e ambiental.
- Conhecimento** | Compreensão dos ODS como estratégia para desenvolvimento global.
- Pensamento científico, crítico e criativo** | Proposição de ações baseadas em problemas reais.
- Empatia e cooperação** | Escuta ativa, diálogo e colaboração entre pares.
- Projeto de vida** | Reconhecimento de seu papel como agente de mudança.

ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA

04

OFICINA: “QUEM TOMA AS DECISÕES?” SIMULANDO A GOVERNANÇA CLIMÁTICA



UNIDADE 2



OBJETIVO

Vivenciar na prática como diferentes atores tomam decisões em processos de adaptação.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Governança multinível, participação social, políticas públicas.



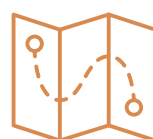
LOCAL

Sala de aula.



MATERIAL NECESSÁRIO

Cartões com papéis de atores (governo, ONGs, comunidade, empresas etc.), quadro branco, dados simulados.



ESTRATÉGIAS

- Cada grupo assume o papel de um ator (acima as sugestões).

- Diante de um cenário de desastre climático (exemplo: enchente), devem-se propor ações.
- Os atores (alunos em diferentes papéis) devem negociar os recursos, as prioridades e as responsabilidades.



DISCUSSÃO

- Quais foram os principais desafios da negociação?
- O que ajudou a chegar a consensos?



ODS RELACIONADAS



Educação de Qualidade | Promover educação para o desenvolvimento sustentável.



Cidades e Comunidades Sustentáveis | Planejar ambientes escolares resilientes.



Paz, Justiça e Instituições Eficazes | Fortalecer instituições inclusivas e participativas.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Investigar e compreender o papel dos ODS no cotidiano.
- Trabalhar em equipe para diagnóstico e planejamento.
- Desenvolver argumentação baseada em papéis sociais.
- Exercitar a negociação e construção coletiva.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- **Responsabilidade e cidadania** | Participação ativa em decisões coletivas e cidadania democrática.
- **Conhecimento** | Entendimento da função social de diferentes atores em políticas públicas.
- **Pensamento científico, crítico e criativo** | Análise de problemas e proposição de estratégias.
- **Empatia e cooperação** | Compreensão dos diferentes pontos de vista e construção de consensos.
- **Projeto de vida** | Desenvolvimento de habilidades de liderança e protagonismo social.

ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA

05

criação de uma mini-infraestrutura verde



UNIDADES 1 E 5



OBJETIVO

Desenvolver soluções de baixo custo e alto impacto para adaptação climática no espaço escolar.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Infraestruturas verdes, adaptação transformadora, planejamento participativo.



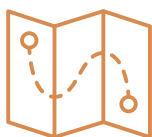
LOCAL

Pátio escolar ou laboratório maker.



MATERIAL NECESSÁRIO

Plantas nativas, paletes, garrafas PET, ferramentas simples, canos (para simular captação de água da chuva).



ESTRATÉGIAS

- Os alunos projetam e implementam um protótipo de jardim de chuva ou canteiro de resfriamento.
- Avaliam os benefícios dessa infraestrutura para conforto térmico (olhe a atividade 2 do Módulo II para como avaliar o conforto térmico) e coleta de água.
- Documentam o processo com fotos, vídeos e cartazes com os dados da avaliação do conforto térmico.



DISCUSSÃO

- Como a natureza pode nos ajudar a enfrentar o calor e a falta d'água?
- O que mais poderíamos mudar na escola?



ODS RELACIONADAS



Educação de Qualidade | Promover educação para o desenvolvimento sustentável.



Cidades e Comunidades Sustentáveis | Planejar ambientes escolares resilientes.



Consumo e Produção Responsáveis | Incentivar práticas sustentáveis de consumo.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Estimular ações práticas de mitigação e adaptação.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Investigar e compreender o papel dos ODS no cotidiano.
- Propor intervenções sustentáveis na realidade escolar.
- Trabalhar em equipe para diagnóstico e planejamento.
- Desenvolver plano de ação com metas e propostas viáveis.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- Responsabilidade e cidadania** | Atuar com responsabilidade ambiental e comunitária.
- Conhecimento** | Compreensão da interação entre natureza e sociedade.
- Pensamento científico, crítico e criativo** | Planejamento e execução de soluções inovadoras.
- Empatia e cooperação** | Colaboração em equipe para melhorias coletivas.
- Projeto de vida** | Desenvolvimento de protagonismo estudantil e senso de impacto social.

MÓDULO VI

COMO NOS ADAPTAR?

EXPLORANDO SOLUÇÕES QUE AS CIDADES E AS COMUNIDADES ADAPTADAS PODEM UTILIZAR AS VÁRIAS CONSEQUÊNCIAS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.

EXPERIMENTO: MAPEANDO ÁREAS VERDES DA ESCOLA E DO BAIRRO**UNIDADE 2****OBJETIVO**

Investigar a presença e a função das áreas verdes urbanas no bairro e refletir sobre sua importância para a adaptação climática.

**CONTEÚDO CONCEITUAL**

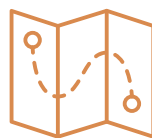
Soluções baseadas na natureza, cidades-esponja.

**LOCAL**

Escola e entorno da comunidade.

**MATERIAL NECESSÁRIO**

Mapas impressos do bairro, imagens de satélite (*Google Maps*), papel vegetal ou acetato, lápis de cor ou canetinhas.

**ESTRATÉGIAS****Introdução e sensibilização**

- O professor inicia a atividade com uma conversa sobre **cidades-esponja**, áreas impermeabilizadas e o papel das árvores e vegetação urbana no conforto térmico, na absorção de água e na purificação do ar.

Observação e levantamento em campo (1ª fase)

Os alunos realizam um caminho ao redor da escola (verificar com o professor autorização e organização para isso antes de fazer), identificando, registrando a localização e fazem anotações ou fotos de:

- Locais com arborização ou canteiros.
- Áreas completamente asfaltadas ou cimentadas.
- Áreas completamente asfaltadas ou cimentadas.

Produção de mapas (2ª fase)

De volta à sala, os alunos recebem um mapa impresso da área (ou capturas de tela do *Google Maps*). Sobre ele, com o auxílio do papel vegetal, eles:

- Delimitam as áreas verdes observadas.
- Usam cores diferentes para classificar áreas arborizadas, gramadas, impermeáveis, degradadas ou sem uso.
- Identificam locais onde seria possível criar áreas verdes, como hortas, bosques de bairro ou jardins de chuva.

Proposta de ação (3ª fase)

- Os alunos escrevem uma sugestão de melho-

ria urbana, com base em seus mapas, indicando quais locais poderiam ser mais arborizados ou transformados em espaços permeáveis e por quê.



DISCUSSÃO

- Como a presença ou ausência de áreas verdes influencia o conforto térmico do bairro?
- Quais locais da região da escola seriam mais vulneráveis a enchentes ou calor extremo?
- Como ações pequenas, como plantar uma árvore, podem fazer parte de uma estratégia maior de adaptação?



ODS RELACIONADAS



Educação de Qualidade | Garantir oportunidades de aprendizado que envolvam a compreensão prática de questões socioambientais.



Cidades e Comunidades Sustentáveis | Promover planejamento urbano participativo com foco na infraestrutura verde e qualidade de vida.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Incentivar ações de mitigação e adaptação por meio da valorização das áreas verdes urbanas.



Vida Terrestre | Promover a conservação da biodiversidade urbana por meio do mapeamento e proteção de áreas verdes.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Identificar áreas verdes e impermeáveis no espaço urbano e suas funções ambientais.
- Utilizar ferramentas cartográficas e digitais para observação e análise territorial.
- Avaliar criticamente a infraestrutura urbana local sob a ótica da sustentabilidade.
- Elaborar propostas de intervenção com base em evidências ambientais locais.
- Aplicar conceitos de adaptação climática no cotidiano escolar e comunitário.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- **Conhecimento** | Relacionar conhecimentos de geografia, ciências e sustentabilidade à realidade do bairro escolar.
- **Pensamento científico, crítico e criativo** | Investigar o ambiente urbano por meio da observação direta, coleta de dados e proposição de soluções criativas baseadas na natureza.
- **Responsabilidade e cidadania** | Exercitar o senso de pertencimento, responsabilidade e participação na melhoria do território onde vivem.
- **Empatia e cooperação** | Trabalhar em grupo, compartilhando observações e construindo mapas coletivos com base em vivências comuns.
- **Projeto de vida** | Refletir sobre o papel individual e coletivo na construção de cidades mais verdes, seguras e resilientes às mudanças climáticas.

EXPERIMENTO: MEDINDO A INFILTRAÇÃO DA ÁGUA EM DIFERENTES SUPERFÍCIES**UNIDADE 2****OBJETIVO**

Compreender como a impermeabilização do solo influencia o escoamento da água e contribui para enchentes nas áreas urbanas.

**CONTEÚDO CONCEITUAL**

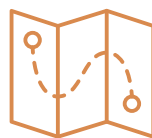
Permeabilidade do solo, cidades-esponja, soluções baseadas na natureza.

**LOCAL**

Pátio da escola, laboratório ou espaço aberto.

**MATERIAL NECESSÁRIO**

3 garrafas PET de 2L cortadas ao meio (ou potes plásticos semelhantes), materiais representando diferentes superfícies (Terra compactada ou solo seco de jardim; areia ou grama permeável; pedaço de telha, piso cerâmico, concreto ou laje impermeável), funil (ou bico da garrafa PET invertida), 1 copo medidor com água (aproximadamente 300 ml por teste), cronômetro ou relógio, régua e ficha de registro.

**ESTRATÉGIAS****Montagem dos recipientes**

- Cada recipiente será preenchido com um tipo de material/superfície.
- Se estiver usando garrafas PET, mantenha a parte inferior para reter a água infiltrada e corte a parte superior para servir como suporte do solo.
- O fundo pode ser furado com um prego quente para permitir a drenagem (nos casos de solo e areia). No caso de superfície impermeável (telha, piso), pode-se apenas colocá-la inclinada sobre o recipiente inferior, simulando o escoamento superficial.

Aplicação da água

- Meça 300 ml de água para cada teste.
- Despeje a água lentamente sobre cada uma das superfícies e acione o cronômetro.
- Registre:
 - O tempo que a água demora para começar a infiltrar (se infiltrar);
 - a quantidade de água que se infiltra após 1 minuto;
 - se a água escorre pela lateral, fica acumulada ou infiltra totalmente.

Análise dos resultados

- Comparar entre os grupos os diferentes comportamentos da água nas superfícies testadas.

**DISCUSSÃO**

- Qual das superfícies permitiu maior infiltração da água?

- O que aconteceria com a água da chuva se toda a cidade fosse coberta com a superfície menos permeável?
- Como áreas verdes e pavimentos permeáveis podem ajudar a evitar enchentes?
- Podemos pensar em formas de tornar o bairro ou a escola mais “esponjosos”? Quais seriam suas propostas?



ODS RELACIONADAS



Educação de Qualidade | Proporcionar aprendizado prático com base em investigação e resolução de problemas reais.



Água Potável e Saneamento | Promover o uso sustentável da água e o manejo eficiente dos recursos hídricos.



Cidades e Comunidades Sustentáveis | Apoiar soluções baseadas na natureza e infraestrutura verde para prevenção de enchentes.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Compreender os impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico e incentivar práticas de adaptação.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Compreender conceitos de permeabilidade e infiltração no solo.
- Relacionar práticas urbanas à ocorrência de enchentes.
- Aplicar método científico para testar hipóteses e registrar dados.
- Propor soluções para melhorar o escoamento

hídrico urbano com base nos resultados.

- Desenvolver o raciocínio lógico, a curiosidade investigativa e a argumentação com base em dados empíricos.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- **Conhecimento** | Interpretação de fenômenos naturais e análise do impacto da urbanização no ciclo da água.
- **Pensamento científico, crítico e criativo** | Elaboração de experimentos, observação sistemática, formulação de hipóteses e resolução de problemas.
- **Responsabilidade e cidadania** | Reflexão sobre o papel da comunidade na construção de cidades mais resilientes e sustentáveis.
- **Empatia e cooperação** | Trabalho em grupo, diálogo entre pares e valorização de diferentes contribuições.
- **Projeto de vida** | Desenvolvimento de consciência ambiental e engajamento em práticas que beneficiem a coletividade.

ATIVIDADE PRÁTICA PROPOSTA

03

EXPERIMENTO: DIAGNÓSTICO DE VULNERABILIDADES LOCAIS E PROPOSTA DE ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA



UNIDADE 1



OBJETIVO

Investigar quais são as principais vulnerabilida-

des climáticas do bairro ou comunidade escolar e propor, de forma fundamentada, ações de adaptação.



CONTEÚDO CONCEITUAL

Vulnerabilidade social e ambiental, adaptação local, justiça climática.



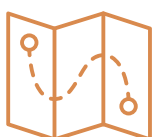
LOCAL

Sala de aula e, se possível, pesquisa de campo ou entrevistas.



MATERIAL NECESSÁRIO

Mapa do bairro (ou esboço), fichas com perguntas sobre: infraestrutura, saúde, transporte, enchentes e áreas de risco, canetas, pranchetas ou cadernos.



ESTRATÉGIAS

- Alunos listam ou investigam (via entrevistas com moradores, funcionários da escola, observações) quais são os riscos e carências locais: onde alaga, onde faz muito calor, quem sofre mais com isso?
- Para que os alunos façam entrevistas, antes as perguntas devem ser escritas e apresentadas ao professor, para que possam ser avaliadas sob o ponto de vista ético. Reforçar com os alunos que as pessoas não podem ser identificadas, para a proteção legal e como forma de respeito às condições de vulnerabilidade de cada um.
- Os grupos montam um diagnóstico por categorias (saúde, saneamento, mobilidade) e,

com base nele, propõem ações de adaptação realistas e baseadas na comunidade.

As propostas são apresentadas em forma de projeto para a escola, associação de bairro ou público interno.

Extensão: Elaborar uma carta para a prefeitura ou secretarias propondo soluções baseadas no diagnóstico feito pelos alunos.



DISCUSSÃO

Quais são os grupos/localidades mais afetados pelas mudanças climáticas na nossa comunidade?

O que já está sendo feito? O que está faltando?

Como a escola pode ser um centro de adaptação?



ODS RELACIONADAS



Educação de Qualidade | Garantir o engajamento dos estudantes em ações baseadas em contextos reais e colaborativos.



Redução das Desigualdades | Identificar e enfrentar vulnerabilidades sociais amplificadas pelos impactos do clima.



Cidades e Comunidades Sustentáveis | Conscientizar e planejar ações para melhorar a infraestrutura urbana e reduzir desigualdades territoriais.



Ação Contra a Mudança Global do Clima | Estimular iniciativas locais de adaptação às mudanças climáticas, com foco em justiça climática.



COMPETÊNCIAS EDUCACIONAIS DESENVOLVIDAS

- Investigar as vulnerabilidades sociais e ambientais do território escolar.
- Compreender os conceitos de risco, adaptação e justiça climática.
- Desenvolver diagnósticos participativos com base em dados e observações locais.
- Propor medidas de adaptação contextualizadas à realidade observada.
- Produzir documentos argumentativos e projetos de intervenção.



COMPETÊNCIAS GERAIS DA BNCC DESENVOLVIDAS

- **Conhecimento** | Leitura crítica da realidade local por meio de análises ambientais e sociais.
- **Pensamento científico, crítico e criativo** | Planejamento de ações adaptativas com base em dados concretos e necessidades observadas.
- **Responsabilidade e cidadania** | Participação social ativa e engajada com a realidade do entorno escolar.
- **Empatia e cooperação** | Escuta e valorização da experiência de outros membros da comunidade.
- **Projeto de vida** | Apropriação do papel de agente transformador do território.